

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ МЕХАНІКИ ТА АВТОМАТИКИ АПВ НААН
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



***ЗБІРНИК
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ***

***IX Міжнародної науково-технічної конференції з нагоди
115-ї річниці від дня народження
доктора технічних наук, професора,
члена-кореспондента ВАСГНІЛ,
віцепрезидента УАСГН
КРАМАРОВА
Володимира Савовича
(1906-1987)***

«КРАМАРОВСЬКІ ЧИТАННЯ»

***24-25 лютого 2022 року
м. Київ***

ББК40.7

УДК 631.17+62-52-631.3

Збірник тез доповідей IX Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» з нагоди 115-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, члена-кореспондента ВАСГНІЛ, віцепрезидента УАСГН Крамарова Володимира Савовича (1906-1987) 24-25 лют. 2022 р., м. Київ / МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. К.: Видавничий центр НУБіП України, 2022. 425 с.

В збірнику представлені тези доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників, аспірантів та студентів НУБіП України, провідних вітчизняних і закордонних вищих навчальних закладів та наукових установ, в яких розглядаються завершені етапи розробок.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ:

Ніколаєнко С. М. – ректор НУБіП України, академік НАПН України, голова організаційного комітету;

Адамчук В. В. – голова ради роботодавців НУБіП України, директор «ІМА АПВ НААН», академік НААН, співголова організаційного комітету;

Кондратюк В. М. – проректор з наукової роботи та інноваційної діяльності НУБіП України, заступник голови організаційного комітету;

Ружило З. В. – декан факультету конструювання та дизайну НУБіП України, заступник голови організаційного комітету;

Мельник В. І. – доцент кафедри надійності техніки НУБіП України, секретар організаційного комітету;

Члени організаційного комітету:

Аулін В. В. – професор кафедри експлуатації та ремонту машин ЦНТУ;

Арак М. – директор Інженерного інституту Естонського університету наук про життя (Естонська Республіка) (за згодою);

Афтанділянц Є. Г. – завідувач кафедри технології конструкційних матеріалів і матеріалознавства НУБіП України;

Бакулін Є.А. – завідувач кафедри будівництва НУБіП України;

Бєлоєв Х. – ректор Русенського університету «Ангел Канчев», академік Болгарської АН (Республіка Болгарія) (за згодою);

Борак К. В. – заступник директора ЖАТФК;

Братішко В. В. – декан МТФ НУБіП України;

Будяй О. В. – директор ТОВ «Манн+Хуммель Фільтрейшн Текнолоджі Україна» (за згодою);

Булгаков В. М. – завідувач кафедри механіки НУБіП України, академік НААН;

Войтюк Д. Г. – радник ректора НУБіП України, член-кореспондент НААН;

Герук С. М. – завідувач кафедри агроінженерії ЖАТФК;

Домейка Р. – декан відділення Агроінженірінгу, Університету Вітаутаса Великого, (Литовська Республіка) (за згодою);

Захарчук О. В. – завідувач відділу ринку матеріально-технічних ресурсів ННЦ «ІАЕ»;

Іванишин В. В. – ректор ЗВО «Подільський ДУ»;

Івановс С. – директор Улброкського наукового центру Латвійського університету природничих наук і технологій, (Латвійська Республіка) (за згодою);

Ігнат'єв Є. І. – завідувач кафедри машиновикористання в землеробстві ТДАТУ імені Дмитра Моторного;

Ковалишин С. Й. – декан факультету механіки та енергетики ЛНАУ;

- Коренко М.** – професор Інституту проектування та інженерних технологій Словацького університету с.-г. в Нітрі, (Словацька Республіка);
- Кузьмінський Р. Д.** – професор кафедри експлуатації та технічного сервісу машин ім. О. Д. Семковича ЛНАУ;
- Кувачов В. П.** – декан МТФ ТДАТУ імені Дмитра Моторного;
- Кульгавий В. Ф.** – генеральний директор ВГО «Українська асоціація аграрних інженерів»;
- Кюрчев С. В.** – ректор ТДАТУ імені Дмитра Моторного;
- Литовченко О. В.** – директор ВСП «Ніжинський ФК НУБіП України»;
- Ловейкін В. С.** – завідувач кафедри конструювання машин і обладнання НУБіП України;
- Лукач В. С.** – директор ВП «Ніжинський агротехнічний інститут» НУБіП України;
- Марус О. А.** – заступник декана факультету конструювання та дизайну НУБіП України;
- Мельник В. І.** – начальник відділу науково-технічної інформації НДЧ НУБіП України;
- Мельник В. І.** – професор кафедри оптимізації технологічних систем в рослинництві ДБТ;
- Науменко О. А.** – професор кафедри сервісної інженерії та технології матеріалів імені О. І. Сідашенка ДБУ;
- Новак Я.** – професор кафедри експлуатації машин та управління виробничими процесами Університету природничих наук у Любліні (Республіка Польща);
- Новицький А. В.** – завідувач кафедри надійності техніки НУБіП України;
- Ольт Ю.** – професор Інженерного інституту Естонського університету наук про життя (Естонська Республіка);
- Паскуці С.** – професор Департаменту агроекологічних і територіальних наук (DISAAT), університет Альдо Моро Барі (Італійська Республіка);
- Пилипака С. Ф.** – завідувач кафедри нарисної геометрії, комп'ютерної графіки та дизайну НУБіП України;
- Полянський П. М.** – завідувач кафедри загальнотехнічних дисциплін МНАУ;
- Продеус О. В.** – керівник відділу ТОВ «Манн+Хуммель Фільтрейшн Текнолоджі Україна» (за згодою);
- Роговський І. Л.** – завідувач кафедри ТС та інженерного менеджменту імені М. П. Момотенка НУБіП України;
- Ромасевич Ю. О.** – заступник декана факультету конструювання та дизайну НУБіП України;
- Ревенко Ю. І.** – доцент кафедри надійності техніки НУБіП України;
- Саченко В. І.** – Голова Ради Асоціації «Укрмашбуд»;
- Савченко В. М.** – доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу ПНУ;
- Сайчук О. В.** – директор ХДФПК імені В. І. Вернадського;

- Свірень М. О.** – завідувач кафедри сільськогосподарського машинобудування ЦНТУ;
- Собчук Г.** – директор Представництва Польської академії наук в м. Києві (за згодою);
- Труханська О. О.** – завідувачка кафедри агроінженерії та технічного сервісу ВНАУ;
- Харьковський І. С.** – заступник директора ВСП «Немішайвський ФК НУБіП України».



**КРАМАРОВ Володимир Савович
(1906-1987)**

**доктор технічних наук, професор, член-кореспондент ВАСГНІЛ,
віцепрезидент УАСГН**

Народився 5 грудня 1906 р. у м. Біла Церква у сім'ї бідняка.

У 1924 р. став студентом Білоцерківського політехнікуму.

З відкриттям у Київському сільськогосподарському інституті факультету механізації та електрифікації сільського господарства був переведений до вказаного інституту. Тут у 1929 р. він здобув фах інженера-механіка.

1929-1930 рр. – завідувач ремонтної майстерні, інженер-механізатор зернорадгоспу (с. Петропавлівка) Дніпропетровського зернотресту. У 1930 р. був переведений до Москви в Ремонтне управління Зернотресту.

1931-1932 рр. – асистент кафедри механізації сільського господарства, 1932-1949 рр. – завідувач кафедри ремонту тракторів, автомобілів та сільськогосподарських машин Московського інституту механізації та електрифікації сільського господарства, яка була створена з ініціативи та за участі В. С. Крамарова. Тут ним була розроблена програма дисципліни «Ремонт тракторів, автомобілів і сільськогосподарських машин», яка знайшла впровадження в навчальному процесі інших сільськогосподарських інститутів, захищені кандидатська та докторська дисертаційні роботи. Згодом в інституті була створена й лабораторія ремонту машин.

1949-1950 рр. – старший науковий співробітник Всесоюзного інституту механізації сільського господарства (м. Москва), де очолював розроблення та 4

видання типової технології ремонту тракторів КД-35, технологічних карт розбирання та збирання тракторів, теоретичних основ технологічних процесів ремонтного виробництва та інженерної методики їх проєктування.

1950-1954 рр. – професор, завідувач кафедри ремонту тракторів, автомобілів і сільськогосподарських машин (1951 р.), заступник директора з навчальної роботи, з навчальної та наукової роботи (1953 р.), з навчальної роботи (1954 р.) Київського сільськогосподарського інституту (КСГІ); 1954-1956 рр. – проректор з навчальної роботи Української ордена Трудового Червоного Прапора сільськогосподарської академії (УСГА) (перейменованого КСГІ), 1956-1959 рр. – ректор навчальної частини Української академії сільськогосподарських наук (УАСГН).

1959-1971 рр. – директор Українського науково-дослідного інституту механізації і електрифікації сільського господарства;

1968-1976 рр. – завідувач, 1976-1986 рр. – професор-консультант кафедри ремонту тракторів, автомобілів і сільськогосподарських машин УСГА.

Був обраний членом-кореспондентом ВАСГНІЛ, віцепрезидентом УАСГН (1957-1959 рр.).

Опублікував понад 110 наукових праць, під його керівництвом підготовлено і захищено 2 докторські та 32 кандидатські дисертації.

Неодноразово обирався до партійних та керівних виборних органів, зокрема, його було обрано членом Московського районного комітету партії, депутатом обласної Ради народних депутатів міста Києва від Тимірязєвського та Боженківського виборчих округів.

Він нагороджений трьома орденами Трудового Червоного Прапора, орденом «Знак Пошани», Почесною Грамотою Президії Верховної Ради УРСР, Грамотою Міністерства сільського господарства УРСР, Почесною Грамотою ЦК ЛКСМУ – за успішну науково-педагогічну роботу, медалями «За доблесний труд у період Великої Вітчизняної війни», золотою та срібною медалями ВДНГ.

Помер 6 травня 1987 року.

Джерело: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Крамаров>

Секція 1 *«Надійність і ремонт технічних систем»*

УДК 631.31

ЗАБЕЗПЕЧЕНІСТЬ ҐРУНТООБРОБНОЮ ТЕХНІКОЮ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ ТА КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ РОБОЧИХ ОРґАНІВ ҐРУНТООБРОБНИХ МАШИН

К.В. БОРАК, д.т.н., доцент
Житомирський агротехнічний фаховий коледж

На початку 2018 року в Україні налічувалося більше 300 тисяч ґрунтообробних машин (табл. 1). Протягом останніх років спостерігається збільшення кількості таких машин у сільськогосподарських виробників. Машинобудівна галузь України повною мірою спроможна забезпечити виробництво ґрунтообробних машин для агропромислового комплексу України [1]. За даними сайту державної фіскальної служби [2], за останні 3 роки спостерігається зменшення імпорту ґрунтообробної техніки та збільшення її експорту, основні країни експортери – Російська Федерація, Молдова, Німеччина, Казахстан (табл. 2).

Таблиця 1 – Наявність сільськогосподарської техніки в сільськогосподарських підприємствах на кінець 2017 року [3]

Найменування	Усього	У % до наявності на початок року
Плуги	49072	103,4
Культиватори	70100	102,0
Борони	181386	98,7
зокрема дискові	31707	106,5

Лідерами з виробництва ґрунтообробних машин в Україні є такі компанії як: ПАТ «Ельворті», ТОВ «Завод «Оптикон», ВАТ «Лозівський ковальсько-механічний завод», ВАТ «Велес-Агро ЛТД», ТОВ НВП «Білоцерків МАЗ», ВАТ «Галещина машзавод», ВАТ «Уманьферммаш», ВАТ «Хмільниксільмаш», Корпорація «Агро-Союз», ВАТ ВО «ВОСХОД», ВАТ «Завод «Фрегат», ТОВ АК «Фаворит», та інші.

Таблиця 2 – Виробництво промислової продукції за видами за 2017 рік [4]

Найменування	Кількість виробленої продукції
Плуги	2917
Розпушувачі та культиватори	3967
Борони (крім дискових)	7267
Борони дискові	3261

Незважаючи на такі позитивні статистичні дані, слід відмітити, що більшість підприємств закуповує закордоном робочі органи, які взаємодіють із середовищем ґрунту або матеріали для їх виготовлення (переважно борвмісну сталь). Деякі підприємства виготовляють робочі органи зі сталі вітчизняного виробництва. Найчастіше для цих потреб використовують сталь 65Г [5].

За даними сайту державної фіскальної служби [2], найбільші імпортери ґрунтообробної техніки: США, Німеччина, Швеція, Франція. Світовими лідерами з виробництва ґрунтообробних машин і робочих органів для них є: Lemken, Weaving Machinery, Great Plains, John Deere, Case, Amazone, Vederstad, Kverneland, Kuhn, Kleine, Bellota та інші.

Існує велике різноманіття типів і видів робочих органів ґрунтообробних машин, які класифікують за багатьма ознаками (геометричною формою, глибиною обробки, впливом на ґрунт, наявністю або відсутністю приводу тощо). При вивченні процесу зношування робочих органів ґрунтообробних машин і пошуку шляхів підвищення їх довговічності та зносостійкості доцільно поділити на такі типи: лемішно-лапові та дискові. Варто зауважити, що процес зношування активних робочих органів істотно відрізняється від зношування неактивних робочих органів, тому пошукові шляхи підвищення довговічності та зносостійкості активних робочих органів необхідно присвятити окреме дослідження. У пропонованій праці основну увагу зосереджено на трьох робочих органах ґрунтообробних машин (два з них належать до лемішно-лапових і один до дискових): леміш, стрілочаста лапа та вирізний дисковий робочий орган (рис. 1) [5].

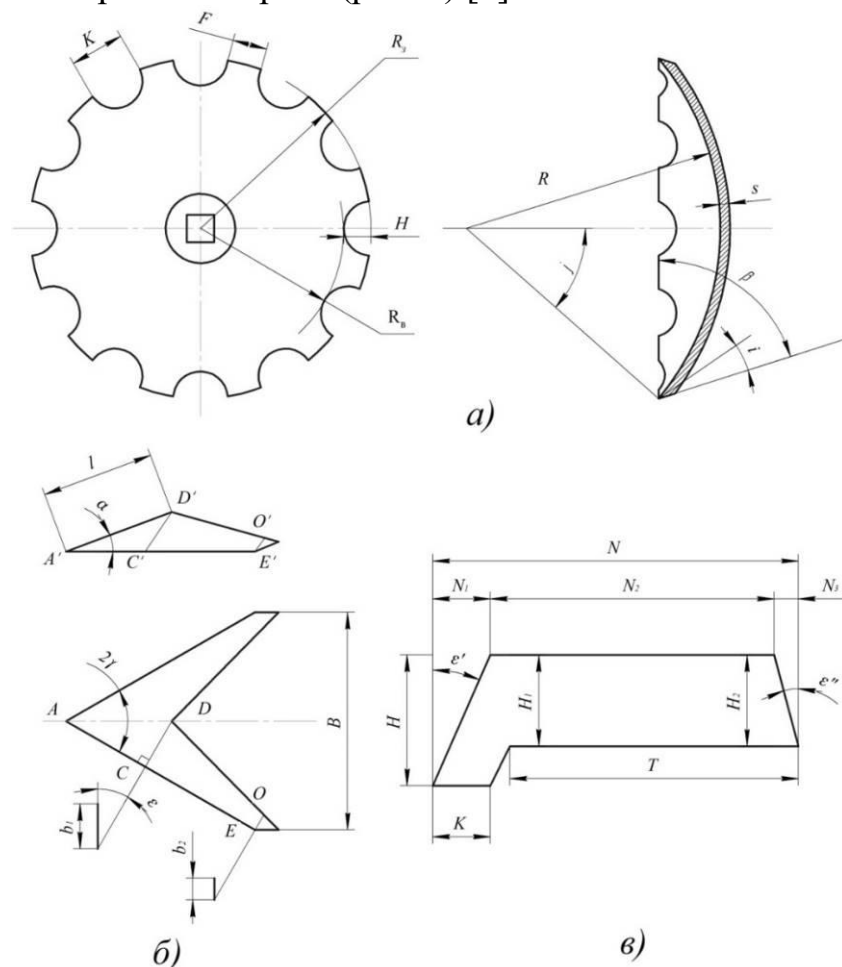


Рис. 1. Загальний вигляд та основні геометричні параметри робочих органів ґрунтообробних машин [30–41, 44], які використовували під час досліджень: а) – дисковий вирізний робочий орган; б) – стрілочаста лапа; в) – леміш; R_z – зовнішній діаметр диска; R_b – внутрішній діаметр диска; K –

ширина впадини; F – ширина зуба; H – глибина впадини; s – товщина диска; i – кут загострення; j – кут, що визначає залежність між діаметром диска та радіусом кривини; R – радіус кривини диска; α – кут піднімання грудей лапи; ε – кут кришення; 2γ – кут між лезами; b_1, b_2 – ширина крила; B – ширина захвату лапи; l – довжина носка; N – довжина лемеша; H – ширина польового обрізу; H_1 – ширина лезової частини; H_2 – ширина обрізу з боку борозни; ε' – кут нахилу носка; ε'' – кут нахилу обрізу з боку борозни; T – довжина леза [5].

Співвідношення між геометричними параметрами робочих органів визначають їх тип і сферу застосування. До основних геометричних параметрів лемішно-лапових робочих органів, які не представлено на рис. 1, слід також зарахувати товщину та кут загострення (рис. 2).

Під час виконання технологічної операції обробітку ґрунту внаслідок абразивного зношування робочі органи змінюють свої геометричні параметри (рис. 3), що призводить до погіршення якості виконання технологічної операції та зростання тягового опору агрегату.

У процесі зношування, окрім геометричних параметрів, змінюються й фізико-механічні властивості матеріалу робочих органів ґрунтообробних машин.

За останні 50–60 років навантаження на робочі органи ґрунтообробних і посівних машин збільшилося приблизно в 4 рази (у зв'язку із збільшенням швидкості їх роботи та ущільненням ґрунту важкою сільськогосподарською технікою). Усе це призводить до постійного зростання інтенсивності зношування робочих органів і зменшення їх надійності, саме тому гостро постає питання вирішення науково-практичної проблеми підвищення довговічності та зносостійкості робочих органів ґрунтообробних машин [5].

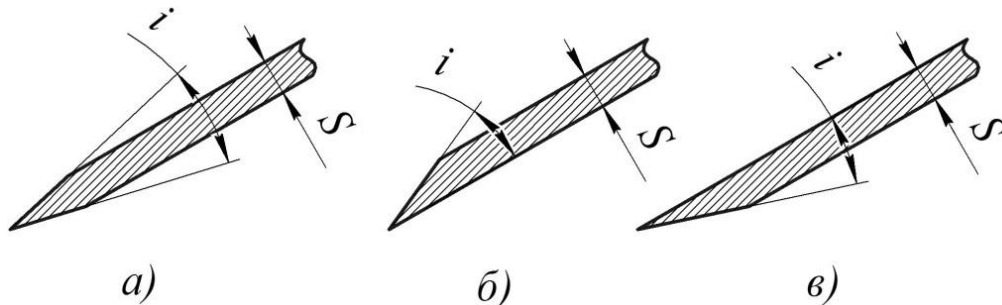
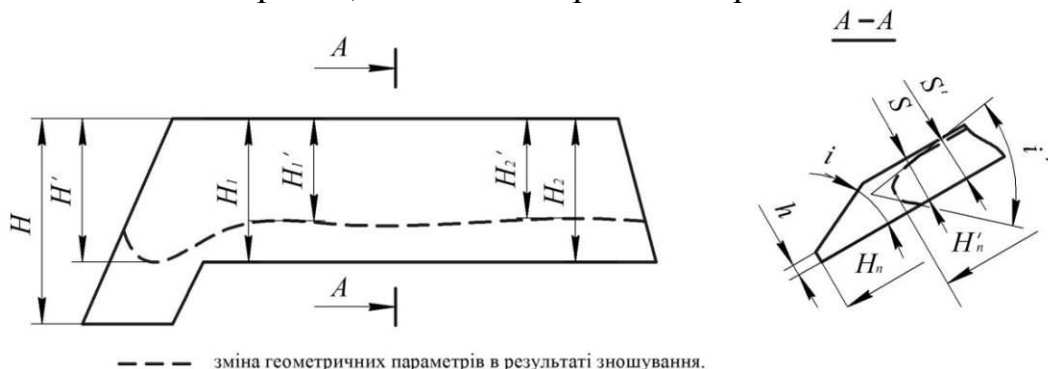


Рис. 2. Схема способів загострення: а), б), в) – відповідно двостороннє, верхнє та нижнє загострення; S – товщина робочих органів



— — — зміна геометричних параметрів в результаті зношування.

Рис. 3. Зміна форми лемеша в процесі виконання технологічної операції обробітку ґрунту: H, H_1, H_2, S, i, h – геометричні параметри нового лемеша, H', H_1', H_2', S', i' – геометричні параметри зношеного лемеша.

Список використаних джерел

1. Сало В. М., Лещенко С. М., Богатирьова Д. В. Сільськогосподарські машини вітчизняного виробництва для реалізації систем ґрунтозахисних та енергоощадних технологій. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин*. 2018. Вип. 47, Ч. 1. С. 3–10.
2. Державна фіскальна служба України [Електроний ресурс]. Режим доступу : <http://sfs.gov.ua/ms/f3> (дата звернення : 14.01.2022).
3. Сільське господарство України. Статистичний збірник. Київ : Державна служба статистики України, 2017. 245 с.
4. Державна служба статистики [Електроний ресурс]. Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення : 14.01.2022).
5. Борак К. В. Комплексний підхід підвищення довговічності та зносостійкості робочих органів ґрунтообробних машин : дис. ... д-ра. техн. наук : 05.05.11 / Поліський національний університет, м. Житомир. 2021. 380.

УДК 658.27:339.13:631.12

JEL Classification Q 01; D 24; P 42

МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ

О. В. ЗАХАРЧУК, доктор економічних наук, професор
ННЦ «Інститут аграрної економіки», м. Київ,
E-mail: zahar-s@ukr.net

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 сьогоденні, 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 мінімальної обробки 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 імпоротної техніки й ті підприємства, які надають перевагу традиційним технологіям.

Висновки та пропозиції. 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 використаних джерел

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%20MACHINE%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 621.431.73.001

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЗАСОБІВ ВИЗНАЧЕННЯ ВІЛЬНОГО ХОДУ РУЛЬОВОГО КОЛЕСА НА ФУНКЦІОНУВАННЯ

О. О. БАННИЙ к.т.н., доцент кафедри надійності техніки
Я. О. КЛЬОВА слухач магістратури факультету конструювання та дизайну
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Експериментальна перевірка була проведена відповідно до методики[1, 3] та передбачала оцінку можливості визначення вільного ходу рульового колеса із застосуванням вимірювальної лінійки, а також функціонування засобів: кутоміра, прожектора, настінного та портативного екранів, комп'ютерної миші.

Експериментальна перевірка можливості визначення вільного ходу рульового колеса вимірювальною лінійкою була зроблена випробуванням та вимірюванням [2]. У роботі брали участь 5 незалежних експертів.

Для цього круглий шматок білої крейди був злив з одного боку з утворенням конуса з кутом 60-90 град. Після чого один з експертів цією крейдою наніс мітки на панелі приладів, в центрі обертання рульового колеса, а також на його обід (рис. а). Мітки на обід були нанесені в процесі повертання рульового колеса з одного положення в інше - відповідно до початку повороту керованих коліс, яке контролювалося візуально тим же експертом з кабіни трактора МТЗ-80. Потім кожним експертом були виміряні з триразовою повторністю довжина хорди (відстань між мітками на рульовому колесі, рис. а) і діаметр колеса спочатку металевою лінійкою, а потім лінійкою з оргскла. За отриманими даними на калькуляторі було обчислено кут за формулою:

$$\alpha = 2 \arcsin \frac{L}{D}$$

при $L \leq D$,

де L – довжина хорди АВ, мм; D - діаметр рульового колеса, мм.

На завершення кожним експертом із триразовою повторністю було виміряно цей же кут на рульовому колесі транспортером, який прийнято за еталонний засіб вимірювання. Таким чином, виконано три варіанти випробувань і по кожному з них – по 5 вимірів. За отриманими даними

обчислені (таблиця): $\bar{X}$ - середнє значення; $\sigma_{\bar{X}}$ - середнє квадратичне відхилення; V - коефіцієнт варіації; Δ , δ - абсолютна і відносна (у %) похибки, знайдені в порівнянні з стандартним приладом (транспортиром). Результати, подані у таблиці показують наступне.



а



б

Рисунок - Фрагменти визначення вільного ходу рульового колеса на тракторі МТЗ-80:

а – лінійкою; б – люфтметром ИСЛ-М (вгорі) та кутоміром КИ-13926 (внизу)

Таблиця - Результати експериментальної перевірки можливості визначення вільного ходу рульового колеса вимірювальною лінійкою

Найменування засобу вимірювання	$\bar{X}$, град.	$\sigma_{\bar{X}}$, град.	V	Δ , град.	δ , %
1. Лінійка металева (непрозора)	20,0	1,4	0,070	0,4	2,0
2 Лінійка із орг-скла (прозора)	20,6	0,5	0,024	0,2	1,0
3 Транспортир	20,4	0,5	0,025	-	-

Найбільше значення відносної похибки визначення параметра при застосуванні лінійки становить 2%, що не перевищує 5% і свідчить про достатню відповідність результатів обчислення даного параметра хорди з результатами його вимірювання транспортиром. Слід зазначити, що з двох лінійок найменшу похибку має лінійка з оргскла (прозора). Крім того, виявлено, що прозора лінійка дозволяє швидше виміряти довжину хорди. Це зумовлено зручністю орієнтування лінійки у процесі вимірювання щодо міток на обід. В результаті встановлено, що практичне застосування вимірювальної лінійки для визначення вільного ходу рульового колеса є можливим.

Список використаних джерел

1. Колеснік І.В. Аналіз існуючих методів діагностування рульового управління з гідро підсилювачем / І.В. Колеснік // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Харків: ХНТУСГ, 2015. – Вип. 156 – С. 314 – 319.
2. Скрипников А.В. Исследование работы рулевых управлений с гидроусилителями / Скрипников А.В., Кондрашова Е.В., Скворцова Т.В., Токарев Д.Е., Лобанов Ю.В. 318
3. Войтюк В.Д. Методи діагностування гідроприводів мобільної сільськогосподарської техніки / Войтюк В.Д., Кириченко О.М.

УДК 621.129.12

ОСОБЛИВОСТІ ДІАГНОСТУВАННЯ ПІДШИПНИКІВ МАТОЧИН КОЛІС АВТОМОБІЛІВ

В. М. БОРОВСЬКИЙ, старший викладач
В. Л. КУЛИКІВСЬКИЙ, кандидат технічних наук
Поліський національний університет, м. Житомир
E-mail: borovskiyvm@gmail.com, kylikovskiyv@ukr.net

Підшипник маточини колеса, встановлений у вузол, може бути досить складним об'єктом діагностування, оскільки його технічний стан визначається сукупністю різних процесів та явищ у зонах тертя деталей, які ще до кінця не вивчені. Проведеними дослідженнями встановлено, що більше 75 % підшипників, які вийшли з ладу, мали неправильні налаштування (надмірні зазори, навантаження, пошкодження опор кочення під час встановлення, корегування), пошкодження ущільнювачів при встановленні [1-3]. Зазначені факти обумовлюють необхідність контролю елементів опор, зокрема стану вузлів (маточин коліс) після заміни та ремонту.

Найбільш використовуваними на практиці способами аналізу та діагностики трибоспряжень є такі методи: віброакустичний; кінематичний; тепловий; електричний; механічний (аналізуються параметри моменту опору обертанню та рушанню). Віброакустичні методи діагностики засновані на вимірюванні та подальшому аналізі параметрів сигналів, які випромінюють у процесі роботи трибоспряження підшипникових вузлів (робоча діагностика). Окрім цього, виконується аналіз частотних параметрів каналу, яким проходить сигнал від випромінювача (тестова діагностика). У процесі використання даного методу виникають певні проблеми, пов'язані з тим, що вібросигнал, який передається по каналу, поєднує в собі реальний чистий сигнал та перешкоди. Джерелами перешкод є коливання, що генеруються через невідношення окремих деталей агрегатів та механізмів. Також джерелами перешкод можуть бути пружні хвилі, що генеруються в процесі роботи

приводу, а також власні коливання деталей, які здійснюють обертальні рухи. Ускладнює використання віброакустичних методів той факт, що у багатьох випадках співвідношення амплітуд чистого сигналу та перешкод буває незначним за ідентичних частотних спектрів.

Метод акустичної емісії набуває дедалі більшої популярності під час діагностування опор кочення. Даний метод заснований на вимірюванні та ідентифікації пружних хвиль, що утворюються при зародженні та розвитку дефекту на елементі підшипника. Прийом діагностики значно краще поводить у умовах фону та високого рівня шумів, оскільки спектр акустичної емісії визначається високочастотними гармоніками. У зв'язку з тим, що спектр акустичних сигналів лежить у відносно високочастотній смузі, спостерігається висока чутливість методу під час виявлення стадії зародження дефектів. Однак використання даного методу для діагностування підшипників маточин коліс ускладнюється конструктивними особливостями вузлів.

Електричні методи широко застосовуються при діагностиці різних трибоспрямижень, їх сутність полягає у визначенні технічного стану за значеннями параметрів електричних процесів у зоні тертя. Внаслідок цього відбувається електризація зони тертя, або зміна електричних параметрів трибоспрямиження. Електричні методи ефективно використовуються для вирішення таких завдань, як:

- діагностування контакту та режиму тертя (вимірювання трибострумів, перехідного опору контактів, інтенсивності екзоемісії, електродних потенціалів під час тертя);
- оцінка триботехнічних характеристик матеріалів та мастильних середовищ (вимірювання роботи виходу електронів у матеріалів деталей, електропровідності граничних шарів, аналіз температурної стійкості матеріалів та мастильних середовищ);
- моніторинг зношування (магнітний, електромагнітний і фотоелектричний аналіз мастильного середовища, поляризація спрямижень, що труться).

У випадку визначення технічного стану підшипників маточин коліс за допомогою електричних методів – вирішується цілий комплекс діагностичних завдань, проте є певні особливості, пов'язані з конструкцією і складністю об'єкта контролю.

Кожен із проаналізованих методів діагностики тією чи іншою мірою дозволяє оцінити складні процеси, що протікають під час взаємодії складових частин підшипника. Виходячи з поставленої задачі діагностики, розглянуті методи можуть бути більш-менш ефективними, тому використання одного з них має принципові обмеження, які неможливо подолати. Позитивний результат такого підходу досягається шляхом поєднання переваг різних методів та компенсації недоліків одних методик за рахунок інших. Подібний принцип використовується і у вимірювальній апаратурі з компенсуванням, коли та сама величина вимірюється декількома приладами, принцип дії яких заснований на різних фізичних процесах.

Список використаних джерел

1. Андриенко Л. А. Прогнозирование ресурса подшипников качения по критерию изнашивания. Справочник. Инженерный журнал. 2001. № 9. С. 22–25.
2. Черменский О. Н. Влияние контактного трения на работоспособность подшипников качения. Вестник машиностроения. 2003. № 4. С. 39–43.
3. Шматко Д. З., Скорняков Е. С., Авер'янов В. С., Коровкін А. А. Дослідження та аналіз експлуатаційних дефектів підшипників кочення залежно від застосування мастильних матеріалів. Вісник ТНТУ. 2016. Т. 83. № 3. С. 134–138.

УДК 621.91

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ ЗМІЦНЕНИХ МЕТОДАМИ ПОВЕРХНЕВОГО ПЛАСТИЧНОГО ДЕФОРМУВАННЯ

В. Л. КУЛИКІВСЬКИЙ, кандидат технічних наук
Поліський національний університет, м. Житомир
E-mail: kylikovskiiv@ukr.net

Деталі сучасної автотракторної техніки працюють в умовах великих статичних та динамічних знакозмінних навантажень, що сприяють виникненню і накопиченню у виробках втомних пошкоджень, які призводять до втрати експлуатаційних якостей елементів. Специфіка експлуатації автотракторної техніки викликає підвищену увагу до стану деталей, вузлів та механізмів, оскільки вихід їх з ладу спричиняє поломки і аварії. У зв'язку з цим завдання визначення, оцінки технологічних властивостей деталей при зміцненні методами поверхневої пластичної деформації, як у процесі виробництва, так і під час відновлення та ремонту має виключно важливе значення і вимагає використання найбільш об'єктивних, точних засобів контролю.

Протягом тривалого часу на машинобудівних та ремонтних підприємствах для контролю якості виробів використовувалися методи, що ґрунтуються на руйнуванні підконтрольного зразка (для визначення граничних показників характеристик деталей) [1]. До таких методів відносяться випробування на розтягування-стиснення, удар, прикладання циклічних знакозмінних навантажень. Дані методи контролю є досить точними, але мають істотний недолік, який полягає у вибірковості способу, що обумовлює лише визначення якості декількох деталей із партії виробів.

В даний час для визначення якості обробки виробів, а також для дослідження деталей, які надходять у ремонт, великого поширення набули методи, засновані на використанні можливостей різних фізичних процесів і явищ, що дозволяють проводити аналіз без руйнування підконтрольних зразків, тобто

контроль, після проведення якого деталі загалом залишаються придатними для подальшого застосування за прямим призначенням (рис. 1). Основні види неруйнівного контролю деталей поділяються на: акустичні, оптичні, капілярні, радіаційні, магнітні та електромагнітні.

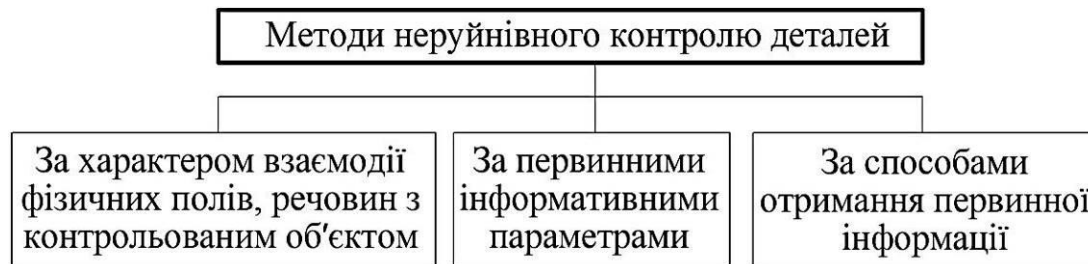


Рис. 1. Класифікація методів неруйнівного контролю деталей

Найбільш поширеним та доступним видом неруйнівного контролю виробів є оптичний. Однак використання оптичного контролю обмежено, оскільки метод має низьку чутливість і використовується лише для знаходження поверхневих дефектів.

Радіаційний неруйнівний контроль, а саме рентгенодифракційний метод досить широко використовується для визначення основних параметрів деталей з феромагнетиків. Даний метод дозволяє визначати напруження всіх трьох видів, проте основні труднощі під час використання рентгенодифракційного методу полягають у відносній складності процесу контролю, а також підвищених вимогах до чистоти досліджуваних поверхонь виробів.

Методи акустичного контролю, зокрема ультразвукової та акустичної емісії, засновані на ефекті зміни акустичної провідності досліджуваного матеріалу внаслідок зміни його фізико-механічних властивостей. Перевагами даних методів є висока чутливість та достовірність виявлення дефектів, у тому числі втомних пошкоджень, продуктивність і оперативність, низька вартість. Акустичний контроль дає змогу досліджувати приповерхневі шари матеріалу. Однак в умовах зміцнення деталей, методами поверхневої пластичної деформації, основні структурні зміни відбуваються в тонкому поверхневому шарі, що дещо знижує якість контролю.

За допомогою вихрострумowego контролю доцільно проводити дослідження структури поверхневого шару матеріалу, оцінювати його стан після обробки, виявляти залишкові поверхневі механічні напруження. Безперечними перевагами даного методу є точність та можливість безконтактного контролю багатьох параметрів. Необхідність розділення параметрів контролю, з метою усунення перешкод і отримання об'єктивної та точної інформації, ускладнює використання вихрострумowego методу.

Магнітні методи контролю виробів застосовуються для феромагнетиків і пов'язані з ефектом зміни магнітних характеристик матеріалу під час впливу на нього зовнішнього магнітного поля. Із безлічі магнітних методів контролю, що розрізняються за первинними інформаційними показниками, найбільш перспективним для вирішення конкретних завдань дослідження властивостей і

параметрів поверхневого шару деталей з високоміцних сталей під час виробництва та після експлуатації при зміцненні шляхом поверхневої пластичної деформації є метод магнітних шумів. Переваги даного методу полягають у можливості досліджувати об'єкт контролю на рівні його мікроструктури, а також одночасної обробки кількох параметрів (числа стрибків за інтервал часу, тривалості інтервалів між стрибками, форми і тривалості стрибків). Контактний характер процесу контролю потребує наявності високоточного обладнання.

Список використаних джерел

1. Пчелінцев В. О., Дегула А. І. Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів : навч. посіб. Суми : СДУ, 2012. 247 с.

УДК 621.436.004.67

ОСНОВНІ ДЕФЕКТИ ЧАВУННИХ КОЛІНЧАСТИХ ВАЛІВ ТА СПОСОБИ ЇХ УСУНЕННЯ

О. О. БАННИЙ к.т.н., доцент кафедри надійності техніки
А. Д. БУШТАРЕНКО слухач магістратури факультету конструювання та дизайну
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Колінчастий вал є однією з найбільш відповідальних та складних деталей двигуна. У процесі експлуатації під впливом періодичних навантажень [1, 2] від сил тиску газів, сил інерції та їх моментів, сили тертя змінюються фізико-механічні властивості та геометричні параметри колінчастого валу, що спричиняє втрату його працездатності. Нерівномірність навантажень веде до нерівномірного зносу шийок, отже, при відновленні працездатності колінчастого валу першому етапі необхідно усунути дефекти мікро- і макроеометрії корінних і шатунних шийок. У міру збільшення терміну служби колінчастого валу різко зростає частка відмов або порушень працездатності, пов'язаних з дефектами втоми, поява яких обумовлено накопиченням пошкоджень. Тому на другому етапі необхідно не тільки відновлювати геометрію шийок, а й підвищувати межу витривалості зношених колінчастих валів.

Основними дефектами колінчастого валу є:

- знос шийок вище допустимого значення - 42-52%, задираки та схоплювання (аварійний знос) шийок - 9% [2, 3] (рис. а);
- тріщини на поверхнях шатунних та корінних шийок, жолобників, кромek масляних каналів - 3-16 % [1,2] (Рис. б);

- злам валів - 2-8%, як правило, руйнування мають втомний характер [1] (рис. в);
- вигин валів вище за допустиме значення - 8-35 %, проявляється в результаті зміни зазорів між валом і корінними вкладишами внаслідок нерівномірного зносу.



а



б



в

Рисунок - Дефекти колінчастих валів:
а - природний знос; б- тріщини; в – злом

Аналіз стану капітально відремонтованих двигунів показує [1], що вони комплектуються новими колінчастими валами в середньому на 10%, на 75% – шліфованими під ремонтні розміри та на 15% – відновленими.

Список використаних джерел

1. Петров Ю.Н. Основы ремонта машин / Петров Ю.Н. и др. – М.: Колос, 2008. – 158 с.
2. Сідашенко О.І. Ремонт машин та обладнання. Підручник. /О.І. Сідашенко, О.А. Науменко, Т.С. Скобло, О.В. Тихонов та ін. за ред. проф. О.І. Сідашенко, О.А. Науменко. – Х.: «Міськдрук», 2010. – 744с.
3. Вимірювальний інструмент та пристосування для ремонту двигунів. Новицький А., Мельник В., Карабиньош С., Банний О., Роговець Я., Скрипніченко І. – Agroexpert, 2014, № 10. – С. 74 – 78.

УДК 656

ВИКОРИСТАННЯ ТЕОРІЇ СЕНСИТИВІВ ДЛЯ ОЦІНКИ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ МАШИН І МЕХАНІЗМІВ

В. В. АУЛІН, д.т.н., проф.

*Центральноукраїнський національний технічний університет**E-mail: aulinvv@gmail.com*

Вибір контрольованих параметрів визначення технічного стану систем і агрегатів машин і механізмів необхідний для виявленого переліку об'єктів контролю, що характеризуються кінцевою множиною контрольованих діагностичних параметрів, оцінки показників надійності, для обґрунтування їх сукупність, що мають найбільшу інформативність. Ця проблема вирішується побудовою інформаційної моделі об'єкта і розрахунком ймовірнісних характеристик його знаходження в справному і несправних станах внаслідок відмови складових частин. Після цього розраховують кількість інформації, що вноситься діагностичним параметром, на підставі чого визначають сукупність параметрів, що підлягає технічному діагностуванню та визначенню технічного стану систем, агрегатів і машин в цілому.

Інформацію про процеси, які протікають в них підчас експлуатації, і технічний стан систем і агрегатів машин отримують різними фізичними методами. Ефективно обробляти отриману базу даних можливо, використовуючи методи узагальненої теорії графів та теорії чутливості.

Проведений аналіз теорії сенситивів виявив її істотні переваги і широкі аспекти застосування відносної чутливості функцій у порівнянні з абсолютною їх чутливістю. Виявлено, що нагального розв'язання потребують наступні питання важливих технічних проблем і завдань: оцінка технічного стану та еволюція його розвитку; визначення показників надійності систем і агрегатів машин за діагностичною інформацією; уточнення зв'язків між діагностичними параметрами і показниками надійності систем і агрегатів машин.

Виявлено можливості теорії чутливості функцій на конкретному прикладі дослідження зміни технічного стану систем і агрегатів машин і механізмів як функцій за допомогою критерію відносної чутливості (сенситиву).

З'ясована математична сутність критерію відносної чутливості (сенситиву) будь-якої цільової функції, яка полягає у побудові відношення відносного приросту цільової функції $S(D)$ стану до відносного приросту фактору або параметру:

$$senS(D) = \frac{dS(D)}{S(D)} \cdot \frac{D}{dD} = \frac{dS(D)}{dD} \cdot \frac{D}{S(D)} = S'(D) \cdot \frac{D}{S(D)}. \quad (1)$$

З'ясовано форми представлення критерію відносної чутливості (сенситиву) з пропозицією використовувати його для оптимальної оцінки будь-якого діагностичного параметру, який необхідно піддавати контролю при визначенні технічного стану систем і агрегатів машин та механізмів. Взявши за

основу вираз (1), критерій відносної чутливості кожного діагностичного параметру від факторів $\alpha_i, \beta_i, \gamma_i, \delta_i$, має вигляд:

$$\text{sen} D_i(\alpha_i) = \frac{D'_i(\alpha_i)}{D_i(\alpha_i)} \cdot \alpha_i = f'_{\alpha_i}(\alpha_i, \beta_i, \gamma_i, \delta_i) \cdot \frac{\alpha_i}{f(\alpha_i, \beta_i, \gamma_i, \delta_i)}; \quad (2)$$

$$\text{sen} D_i(\beta_i) = \frac{D'_i(\beta_i)}{D_i(\beta_i)} \cdot \beta_i = f'_{\beta_i}(\alpha_i, \beta_i, \gamma_i, \delta_i) \cdot \frac{\beta_i}{f(\alpha_i, \beta_i, \gamma_i, \delta_i)}; \quad (3)$$

$$\text{sen} D_i(\gamma_i) = \frac{D'_i(\gamma_i)}{D_i(\gamma_i)} \cdot \gamma_i = f'_{\gamma_i}(\alpha_i, \beta_i, \gamma_i, \delta_i) \cdot \frac{\gamma_i}{f(\alpha_i, \beta_i, \gamma_i, \delta_i)}; \quad (4)$$

$$\text{sen} D_i(\delta_i) = \frac{D'_i(\delta_i)}{D_i(\delta_i)} \cdot \delta_i = f'_{\delta_i}(\alpha_i, \beta_i, \gamma_i, \delta_i) \cdot \frac{\delta_i}{f(\alpha_i, \beta_i, \gamma_i, \delta_i)}. \quad (5)$$

З'ясовано, що крім загального характеру дослідження функцій технічного стану систем, агрегатів, машин і механізмів в цілому, можливо встановити закономірність відносної зміни їх приросту від відносного приросту сукупності діагностичних параметрів. При цьому спостерігають закономірності зміни відносної чутливості функцій стану з напруженням. На цій основі будується необхідний математичний апарат з використанням властивостей абсолютної і відносної чутливості функції технічного стану $S(D)$, як функції діагностичних параметрів, які є також функціями від напруження $D(t)$.

Зазначено, що на практиці має сенс використання абсолютної та відносної чутливості першого і другого порядків. Абсолютна чутливість першого порядку від функції стану визначає швидкість зміни приросту функції стану від зміни значень діагностичних параметрів, а абсолютна чутливість другого порядку від функції стану – швидкість швидкості зміни функції стану або прискорення зміни приросту функції стану зі зміною приросту діагностичного параметру. Абсолютну чутливість другого і більш високих порядків можна використовувати для аналізу сходження розрахункових алгоритмів. Оскільки відносна чутливість першого і другого порядку функції стану від діагностичних параметрів є безрозмірними, то їх ефективно можна використовувати як критерії відносної чутливості при аналізі бази даних інформаційних технологій і методів обробки на ПК.

Корисним при розв'язанні технічних завдань є використання властивостей сенситивів (критеріїв відносної чутливості).

Показано, що розроблену методику реалізації теорії чутливості функцій технічного стану можливо отримати частинні критерії відносної чутливості по кожному з діагностичних параметрів при різному напруженні. При цьому функцію діагностичного параметру та загальну функцію надійності (ймовірність безвідмовної роботи) машин та механізмів, або систем і агрегатів можна вважати параметрично заданими.

Встановлено залежність відносної чутливості діагностичних параметрів від функції надійності агрегатів, систем або машин, механізмів в цілому. Разом

з тим реалізовано уточнення тенденції зміни функції діагностичного параметру $D_i(t)$ від напрацювання. Для цього використано метод екстраполяції, який у своїй основі має припущення про те, що процес зміни діагностичного параметра є поєднанням регулярної і випадкової складових.

З'ясовано, що дослідження функції технічного стану систем, агрегатів, машин і механізмів в цілому, ґрунтуються на основі дослідження діагностичних параметрів. Більш ефективно це реалізувати за рахунок використання теорії відносної чутливості. Перевагою використання критерію відносної чутливості в аналізі технічного стану є те, що він є безрозмірною величиною і відображає фактичну відносну зміну діагностичного параметру відносно досліджуваної величини напрацювання та показника надійності систем, агрегатів, машин і механізмів в цілому.

Виявлено, що напрямок розвитку технічного стану систем, агрегатів, машин і механізмів базується на використанні зазначеної методики та методів теорії чутливості й обчисленні критерію відносної чутливості (сенситив) з напрацюванням. Зміна кожного діагностичного параметра не є постійною величиною через те, що машини, механізми експлуатуються в різних умовах та режимах функціонування.

Динамічний розвиток діагностичних параметрів як функції напрацювання дав можливість запропонувати при цьому сенситивний метод застосування у вигляді блок-схеми його реалізації.

Оскільки інтегральною характеристикою і оцінкою ресурсних показників машин, механізмів є ймовірність безвідмовної роботи їх систем та агрегатів, то для того, щоб визначити напрямок розвитку інтегрального показника надійності, доцільно представити функцію надійності відносно діагностичних параметрів у параметричній формі. До даного представлення доцільно застосувати методи чутливості і визначити критерій відносної чутливості діагностичного параметру. Критерій не має розмірності і відображає характер розвитку диференціального діагностичного параметра системи, агрегатів, машин і механізмів відносно такого інтегрального показника як ймовірність безвідмовної роботи.

Критерій відносної чутливості (синситив) діагностичних параметрів систем і агрегатів, спряжень їх деталей та машин і механізмів в цілому відображає взаємозв'язок між показниками їх надійності та діагностичними параметрами технічного стану. Враховуючи показники надійності систем і агрегатів машин та інформаційну базу значущих діагностичних параметрів, отримано залежності сенситивів досліджуваних діагностичних параметрів від напрацювання машин і механізмів. Обробку даних проводили за допомогою пакетів прикладних програм на ПК. Отримані залежності сенситивів діагностичних параметрів ЦПГ та системи мащення двигуна машин, що експлуатуються в умовах агропромислового виробництва, від напрацювання.

Спираючись на математичні моделі відносної чутливості (сенситивів) інформативно значущих діагностичних параметрів, отримаємо їх значення на діапазонах напрацювання машин. Оскільки значення сенситивів відображають

відносну залежність і відсутність одиниць вимірювання, то це свідчить про можливість дослідження різномірних діагностичних параметрів. Математичний апарат теорії відносної чутливості (сенситивів) у цьому напрямі є ефективним інструментом розв'язання прикладних технічних завдань.

Аналізуючи отримані значення відносної чутливості (сенситивів) інформативно значущих діагностичних параметрів технічного стану трансмісії, можливо формувати такі діапазони напрацювань, на яких слід здійснювати контроль досліджуваних діагностичних параметрів, щоб підвищити показники надійності машин і механізмів.

Таким чином, розроблений підхід дослідження і контролю технічного стану систем, агрегатів, машин і механізмів в цілому, який полягає в тому, що використовуючи взаємозв'язок діагностичних параметрів і показників надійності. Визначаючи відносні чутливості (сенситиви), є реальна можливість виявлення і усунення слабких місць в планово-попереджувальній стратегії технічного обслуговування та ремонту машин і механізмів. Показано, що за критерієм відносної чутливості інформативно значущих діагностичних параметрів можливо визначити діапазони напрацювань, на яких доцільно проводити контроль та регулювання їх технічного стану та слід проводити відповідні технічні дії по його покращенню. Отримані результати дають підстави стверджувати, що впровадження критеріїв відносної чутливості (сенситиву) в теорію експлуатаційної надійності машин і механізмів сприяє її подальшому розвитку.

Список використаних джерел

1. Гриньків А.В., Аулін В.В., Лисенко С.В., Голуб Д.В., Мартиненко О.Д. Теоретико-фізичний підхід до діагностичної інформації про технічний стан агрегатів мобільної сільськогосподарської техніки. Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. 2015. № 158. С. 252-262.
2. Аулін В.В. Фізичні основи процесів і станів самоорганізації в триботехнічних системах: Монографія. Кіровоград: Видавець Лисенко В.Ф. 2014. 370с.
3. Аулін В.В., Гриньків А.В., Лівіцький О.М. Математичний апарат для оцінки діагностичних параметрів та визначення оптимальної їх кількості. Зб. матеріалів IV Міжнар. наук.-техн. інтернет-конф. Автомобіль і електроніка. Сучасні технології 17-19 листопада 2015 р., м. Харків: ХНАДУ, 2015. С.126-129.
4. Аулін В.В., Гриньків А.В. Теоретичний аналіз діагностичних параметрів технічного стану систем та агрегатів засобів транспорту за допомогою методів теорії чутливості. Науковий вісник НУБіПУ. Серія: техніка та енергетика АПК. 2017. Вип. 262. С.227-239.
5. Аулін В.В., Гриньків А.В. Методика вибору діагностичних параметрів технічного стану транспортних засобів на основі теорії сенситивів. Наук. журн. "Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів", ХНТУСГ ім. П.Василенка. 2016. №5. С.109-117.

УДК 631.1:678

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ АВТОНОМНИХ ПЛАТФОРМ (АГРОРОБОТІВ)

О. Д. ДЕРКАЧ, кандидат технічних наук, доцент;
Є. М. МИХАЙЛІЧЕНКО, почесний професор ДДАЕУ;
Д. О. МАКАРЕНКО, кандидат технічних наук, доцент;

Є. С. МУРАНОВ, асистент;

О. Ю. ГЛУШКО, О. М. МОРГУН, магістри

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

E-mail: derkach.o.d@dsau.dp.ua

Сьогодні є всі підстави стверджувати, що розвиток технічного забезпечення агросектору буде пов'язаний з експлуатацією безпілотних агрегатів, їх дистанційним управлінням і віддаленим контролем виробничих процесів. Вже сьогодні найбільші виробники с.-г. техніки пропонують досить розвинуті телематичні системи (JD Link, Telematics та ін.) та цілий спектр софтів для систем точного землеробства (AMS, Trimble, AFS, SMS, PLM, Cropwise та ін.). Вже сьогодні можливо безпечно експлуатувати безпілотну техніку, окремі моделі якої презентували той же John Deere, CNH, CLAAS. Як правило, ці безпілотні агрегати створені на основі конструкцій, базою яких був класичний трактор. Відповідно, на їх базі створювалися класичні машинні агрегати тягово-енергетичної концепції.

Однак, з'явилася ще одна категорія техніки, яка з самого початку проектування створювалася, як великі сільськогосподарські роботи. До таких можна віднести автономну платформу Raven Autonomous Platform (рис. 1) – перший серійний агроробот, який продається [1].



Рис. 1. Автономна платформа Raven Autonomous Platform на сівбі.

У минулому році у фермерських господарствах світу експлуатувалося 10 таких платформ. Удосконалення конструкції відбувається у співпраці виробника Raven та фахівців Olds College (Канада). Платформа використовується на трьох операціях: сівба, розкидання мінеральних добрив та обприскування. Для цього вона агрегується з відповідними виконавчими механізмами. Сама ж платформа побудована на рамній основі, на якій встановлений дизель, а колеса приводяться в рух за допомогою гідростатики.

Аналізуючи конструкції навісного обладнання встановлено, що сівалка виконана в рамках традиційного конструювання без застосування інноваційних технологій (рис.2.). Очевидно, виробник наразі вирішує завдання підвищення технічного рівня самої платформи, а не обладнання. Однак, такий підхід зменшує автономність платформи і вимагатиме частішого і ретельнішого догляду за обладнанням.



Рис. 2. Посівна секція платформа Raven Autonomous Platform виконана традиційними методами машинобудування.

Нами запропоновано застосувати в трибоспряженнях посівних секцій самозмащувальні полімерно-композитні матеріали (ПКМ). Маючи позитивний досвід впровадження ПКМ у с.-г. техніку [2 – 4] і обґрунтувавши наукові основи роботоздатності їх саме в даному механізмі, можна вирішити такі завдання для Raven Autonomous Platform:

- повністю ліквідувати технічне обслуговування посівних секцій, залишивши лише технологічні налаштування;
- підвищити точність глибини посіву (зараз найменша поділка шкали глибини складає $\frac{1}{2}$ inc, а це велика похибка для умов України) до 0,5 см;

- підвищити довговічність агрегату за рахунок утворення в трибоспряженнях ефекту переносу, який активно проявляється за використання розроблених нами ПКМ.

Наявність вуглецевих волокон та термічно розширеного або колоїдного графіту в структурі розроблених ПКМ забезпечують експлуатацію трибоспряжень в режимі тертя без змащування, знижують негативний вплив абразиву на ефективність їх роботи. Імовірність заклинювань полімерно-композитних пар тертя, що має місце при терті системи «метал-метал», мінімальна.

Запатентовані технічні рішення [5, 6] сьогодні ефективно застосовуються в Україні. Це – діючі патенти.

Таким чином, на основі накопиченого науково-практичного досвіду можна зробити висновок, що застосування самозмащувальних ПКМ конструкційного призначення у трибоспряженнях агророботів забезпечить підвищення їхньої надійності та якості виконання агровимог і ми рекомендуємо впроваджувати їх у конструкцію виконавчих механізмів.

Список використаних джерел

1. Olds College. Офіційний сайт. Режим доступу: <https://www.oldscollege.ca/>.
2. Деркач О.Д., Кругман О.О. Деякі напрями підвищення технічного рівня сільськогосподарської техніки застосуванням конструкційних полімерно-композитних матеріалів / Матеріали 10ї Міжнародної науково-практичної конференції “Підвищення надійності машин і обладнання. Increase of Machine and Equipment Reliability”, 17-19 квітня 2019 р. – Кропивницький: ЦНТУ, 2019. – 294 с., с. 143-146.
3. Деркач О.Д. Макаренко Д.О., Муранов Є.С., Лободенко А.В. Підвищення довговічності рухомих з’єднань посівних машин впровадженням прогресивних конструкційних матеріалів / Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного [Електронний ресурс]. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. Вип. 11, том 2.
4. Деркач О.Д., Макаренко Д.О., Муранов Є.С., Субочев О.І., Деркач П.О. Застосування полімерних композитів у конструкціях агророботів та сільськогосподарської техніки / Теоретичні та експериментальні аспекти сучасної хімії та матеріалів ТАСХ-2021: Матеріали V Всеукраїнської наукової конференції, 10 квітня 2021 р., м. Дніпро. – Дніпро: «Середняк Т,К.», 2021. – 267 с., С. 63 – 66
5. Універсальний дисково-анкерний сошник: пат. 94773 Україна / Прокаєв С.Ф., Шаповал О.М., Деркач О.Д., Макаренко Д.О. та ін. – опубл. 25.11.2014, Бюл. № 22.
6. Посівний комплекс: пат 94776 Україна / Хорішко В.Д., Прокаєв С.Ф., Шаповал О.М., Деркач О.Д. – опубл. 25.11.2024, Бюл. № 22.

УДК 378

СУЧАСНА ІНЖЕНЕРНА АГРАРНА ОСВІТА В УКРАЇНІ - СТАН, ТЕНДЕНЦІЇ, РЕАЛІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

А. Г. ДЕМ'ЯНЕНКО, к.т.н., професор
В. О. ГУРІДОВА, Д. В. КЛЮШНИК, ст. викладачі
Дніпровський державний аграрно – економічний університет
E-mail: anatdem@ukr.net

До 100 річчя з дня заснування ДДАЕУ (1922-2022рр.)

У 60 –х роках ХХ сторіччя відомий фахівець, якого вважають засновником інженерної освіти у планетарному масштабі, Тимошенко С.П. (1878-1972) відвідав багато вищих навчальних закладів України. Свої враження від існуючої на той час системи інженерної освіти він характеризував наступним чином [8]: "Наше старшее поколение так хорошо заложило фундамент технического образования, что как ни пытаются его сейчас испортить, пока ничего у них не получается". Саме у ті часи і працював д.т.н., професор Крамаров В.С. З того часу пройшло понад 50 років та, на жаль, цього не можна сказати про сучасну вищу інженерно-технологічну освіту в Україні, у тому числі і аграрну. Це відбулося. У зв'язку з цим сільськогосподарське машинобудування, розробка нових машин та технологій для АПК в Україні на сьогодні залишається практично на тому ж рівні, про який у свій час влучно сказав засновник землеробської механіки, академік В.П. Горячкін [1] - "Общий уровень сельскохозяйственного машиностроения очень низок и производит грустное впечатление". Складається враження [2-5], що Україні не потрібна власна сільськогосподарська, землеробська техніка, власні технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції, не кажучи вже про землеробську механіку. Основна тенденція, яка останнім часом все більше і чіткіше проглядається у підготовці інженерних кадрів, і особливо для аграрного сектора, полягає у підготовці «споживачів», «користувачів» та «спостерігачів» закордонних машин та технологій. Машини, технології швидко змінюються, значно швидше ніж покоління фахівців, а знання математики, фізики, механіки вічні. Основні закони, принципи МТДТ, як відомо, лежать і лежатимуть в основі роботи будь-яких машин - від гірничих, сільськогосподарських до аерокосмічних. Без цих знань марно вести мову про надійність технічних систем, новітні технології їх створення, розвиток та технічний прогрес в АПК, про аграрну науку у цій галузі бо робити це грамотно і коректно можливо лише володіючи фундаментальними основами інженерних знань, які надає за словами С.П.Тимошенко «грунтовна підготовка з математики і основних технічних предметів». Що стосується сучасного стану, практичних результатів системи інженерної аграрної освіти то, відверто кажучи, пишатися особливо нічим. Аналіз навчальних планів та робочих програм свідчить про сталий характер зниження частки природничо - наукових,

фундаментальних дисциплін при підготовці інженерних кадрів. Сьогодні, як ніколи, відчутні проблеми пов'язані із недостатньою увагою до вивчення фундаментальних дисциплін, які покликані надати базові знання, сформувати базис майбутньої професійної діяльності інженера будь-якої галузі, у тому числі і аграрної. Відбувається поступове перетворення вищої інженерної аграрної освіти у професійно-технічну. Про це свідчить і перехід підготовки бакалаврів за спеціальністю 208 «Агроінженерія» замість напряму підготовки 6.100102 «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» у вищих навчальних закладах II–IV рівнів акредитації. У свій час автор передмови до книги Тимошенко С.П. «Інженерное образование в России» професор Луканін В.Н. писав [7]: «часом є багато дій, які руйнують вищу школу, причому відбувається це часто під знаком реформ та надання вищій школі нової якості... Оцінки стану сучасної вищої освіти приводять нас до висновків недопустимого заперечення минулого. Минулі досягнення краще доповнювати новими мотивами, ніж різко переходити на нові принципи побудови вищої освіти, новизна яких у ряді випадків є гаданою».

Система інженерної освіти в Україні у свій час була носієм кращих традицій інженерних шкіл, які, за оцінкою світової наукової спільноти та відомого в інженерних колах усього світу нашого співвітчизника С.П. Тимошенко, давали майбутнім інженерам «грунтовну підготовку з математики і основних технічних предметів». Ці давні традиції ґрунтовності, фундаментальності є основним здобутком, унікальним досвідом вітчизняної системи інженерної освіти, а їх відродження у наш час та збереження є першочерговою задачею. Приєднання ж України до Болонської декларації та перехід на кредитно-модульну систему організації навчання у 2005 році у поєднанні з основною вимогою декларації підвищення фундаментальності і якості підготовки фахівців призвело, практично, до повної, причому у прискореному режимі, перебудови організації навчального процесу, та от тільки фундаментальності та якості інженерній освіті в Україні, на нашу думку, ніяк не добавило. На опанування студентами матеріалу дисципліни, не зважаючи на її статус та значення, кількість аудиторних годин скоротили, практично, вдвічі. Що ж стосується безпосередньо самостійної роботи студентів, то вона залишається добрим побажанням, наміром і, у більшій частині випадків, існує тільки на папері у навчальних планах та робочих програмах бо не існує дієвого контролю знань на виході. Студенти, вчорашні школярі, у основній масі не готові до самостійного оволодіння знаннями, тобто вчитися, бо не мають достатніх для цього навичок та звичок, мають низький рівень шкільної підготовки, особливо з дисциплін фізико-математичного циклу. Та й чи зможуть вони при такому стані справ самостійно розібратися та опанувати складні розділи вищої математики, теоретичної механіки, опору матеріалів та інших важливих інженерних дисциплін? Чи готові вони до такої роботи зі школи? Чи готові вони вчитися самостійно? Ці та багато інших питань залишаються на цей час риторичними без однозначних відповідей, що звичайно не сприяє підвищенню рівня ні фундаментальної, ні професійної

підготовки майбутніх інженерів та і компетенції майбутніх фахівців народного господарства. По об'єктивним та суб'єктивним причинам шкільна підготовка, особливо сільської молоді, не покращується а, відповідно, і стан справ у вищій інженерній освіті в Україні, у тому числі і в аграрній, бажає бути набагато кращим. Для контролю ж самостійної роботи студентів під час кредитно-модульної системи організації навчального процесу ввели поточні модульні контрольні заходи та підсумкові. Було розроблено багато методичного забезпечення кредитно-модульної системи, дисципліни розбиті на модулі, по кожному модулю окремі пакети білетів для контролю знань і таке інше. Витрачено на це тони паперу. А в результаті у 2014 році перехід на кредитно – модульну систему організації навчального процесу було скасовано. А як, що та куди повернуто? І на стару не повернулися, і нову систему організації навчального процесу скасували. Зауважимо, що інженерні дисципліни у більшій своїй частині для сучасних інженерних напрямів, являють собою розділи прикладної математики, тобто застосування математичного апарату до дослідження прикладних, практичних проблем виробництва, бо, як відомо, влюбій теорії стільки науки, скільки в ній математики. Тут і формування механічних та математичних моделей машин, явищ, технологій, і їх дослідження за допомогою математичного апарату. Низький рівень математичної підготовки, як відзначав С.П.Тимошенко [8], впливає на рівень викладання, який треба знижувати, пристосовуючись до рівня математичної підготовки студентів, впливає і на відношення студентів до інженерної науки, знижує креативну складову навчального процесу та і інженерної діяльності в цілому.

У 2014 році МОН України видало наказ № 1050 від 17.09.2014 р. про скасування наказу МОН України від 30.12.2005 р. № 774 «Про впровадження кредитно-модульної системи організації навчального процесу». А тепер більш конкретно - що ж при цьому змінилося у сучасній системі підготовки інженерних кадрів в Україні? Відверто кажучи нічого корисного. Спочатку за старим скасованим наказом вивели 50 % матеріалу на самостійну роботу, до якої наші студенти в наших реаліях не зовсім готові. Водночас при нахилі в організації навчального процесу до самостійної роботи зменшили кількість РГР, курсових і таке інше, щоб зменшити навчальне аудиторне навантаження на викладача. На наступному етапі «покращення» освіти ліквідували регулярні контрольні заходи, обмежили кількість дисциплін в семестрі і аудиторних годин в неділю. Не забуваємо при цьому, що п'ять років навчання при цьому втиснуто в чотирьохрічний термін, під час якого готуємо бакалавра, на думку багатьох фахівців - техніка, а не інженера. У більшій частині випадків це зроблено за рахунок зменшення обсягу і об'єму базових, фундаментальних дисциплін, які закладають фундамент майбутнього інженера будь – якого фаху. А не маючи надійного фундаменту марно сподіватися на добудову, розбудову, тобто на перспективу розвитку інженерної освіти та науки, економіки і IQ суспільства в цілому. Базисом для інженера будь-якого напрямку є фундаментальна підготовка з фізико-математичних та інженерно - технічних

дисциплін, на чому наголошував С.П.Тимошенко. Відомий фахівець інженерної справи та освіти, академік Крилов О. М. (1863-1945) наголошував, що “жодна школа не може випустити закінченого фахівця. Фахівця творить його власна діяльність. Треба лише, щоб він умів учитися, вчитися все життя. Для цього школа повинна прищепити йому культуру, любов до справи, до науки. Він повинен винести з неї основи знань, критично їх засвоїти; повинен знаходити знання, яких йому бракує; знати, де їх можна знайти та як ними скористатися”. Помилки, непослідовні та непродумані дії в організації освітнього процесу коштують суспільству дуже дорого. Так воно і є, що ми і спостерігаємо зараз по стану та розвитку нашої системи інженерної, у тому числі і аграрної, освіти та і економіки України. А в якому стані маємо школи? А яке маємо матеріально-технічне забезпечення закладів вищої освіти - ще за часів Тимошенко С.П.! Одне суттєве надбання це ПЕОМ, але воно не вирішує нагальних проблем ні аграрної інженерної освіти ні аграрної науки [9]. Зникають поступово книжкові магазини а замість них з’являються магазини китайських гаджетів, сантехніки та «Вина світу».

Висновки. Для виходу з цього стану, покращення якості інженерної освіти, на мою думку, необхідно два перших роки навчання, під час яких закладається база, фундамент фахівця, зробити недоторканими, особливо це стосується фундаментальних дисциплін, а години, відведені на варіативну частину, спрямувати на підвищення рівня знань та навичок недоотриманих у школі. Одним із необхідних та дієвих заходів покращення інженерної освіти є підвищення статусу фундаментальної складової. Відмова від принципу фундаментальності, який визнано сьогодні у всьому світі головною умовою успішності функціонування вищої освіти, означатиме деградацію, стрімкий рух України до освітнього колапсу, неминучого при ігноруванні світових тенденцій розвитку освіти. Та і на великі наукові здобутки у цьому випадку у надійності технічних систем, новітніх технологій їх створення, на розвиток та технічний прогрес в АПК, аграрну науку у цій галузі марно сподіватися. Вважаємо, що не припустимо втрачати, відходити від набутого унікального досвіду вітчизняної системи освіти минулих часів, і в першу чергу її фундаментальності. Як заповідав Т.Г.Шевченко “Учитесь, читайте, чужому навчайтесь й свого не цурайтесь”. Дійсно мудра заповідь, яка і сьогодні є актуальною для сучасної України.

Список використаних джерел

1. Горячкин В.П. Земледельческая механика. М., 1919, 720 с.
2. Кагадій С.В., Дем’яненко А.Г., Гурідова В.О. Основи механіки матеріалів і конструкцій. «Свідлер А.Л.», 2011, 415 с.
3. Калетник Г.М., Булгаков В.М. Сучасний стан та перспективи кадрового і наукового забезпечення галузі механізації сільського господарства. Зб. наук. праць «Механізація та електрифікація сільського господарства», в. 97, 2013, с.24-35.

4. Кобець А.С., Дем'яненко А.Г. Сучасні проблеми землеробської механіки та сучасна інженерна підготовка фахівців сільськогосподарської механіки в Україні. Вісник Житомирського НАЕУ . 2014, № 2 (45), т.4, ч.1, с. 109-113.

5. Дем'яненко А.Г. С.П. Тимошенко та сучасна інженерна освіта в Україні. Матеріали У МНПК «Математика. Інформаційні технології. Освіта». Луцьк, 2016, с.131-136.

6. Писаренко Г.С. Степан Прокопович Тимошенко. К., «Наукова думка», 1979, 195 с.

7. Тимошенко С.П. Инженерное образование в России. Люберцы: ПИК, ВИНТИ, 1996, 82 с.

8. Тимошенко С.П. Воспоминания. К., «Наукова думка», 1993, 424 с.

9. Феодосьев В.И. Десять лекцій - бесед по сопротивлению материалов. М., «Наука», 1969, 173 с

УДК 006.032:574

ПРИНЦИПИ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ТЕХНІЧНИХ ВИРОБІВ

М. М. ДЕНИСЕНКО, студент магістратури

Ю. І. РЕВЕНКО, кандидат технічних наук, доцент,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: revenko@nubip.edu.ua

Якість технічної продукції зумовлено в основному показниками її технічного рівня (рівня технічної досконалості) на всіх етапах життєвого циклу виробу: при проектуванні та конструюванні, при виготовленні та процесі експлуатації.

Відповідно до офіційного формулювання, під технічним рівнем (ТУ) продукції розуміється відносна характеристика якості продукції, заснована на співставленні (співвідношенні) значень показників властивостей, що відображають технічну досконалість продукції, з відповідними значеннями кращих (базових) вітчизняних та зарубіжних зразків техніки.

Оцінка технічного рівня продукції полягає у встановленні відповідності продукції світового, регіонального (наприклад, європейського), національного рівня якості або рівня якості галузі. Відповідність продукції світовому чи іншому рівню встановлюється з урахуванням співставлення значень показників технічного досконалості (якості) оцінюваної продукції та базових зразків.

Оцінка ТУ та якості продукції проводиться для об'єктивного вирішення наступних основних завдань:

- забезпечення та управління якістю;
- атестація продукції за категоріями якості;

- вибір найкращого (оптимального) варіанта продукції;
- планування показників якості створюваної техніки;
- контроль якості;
- аналіз зміни рівня якості.

Виходячи з цього, в оцінці ТУ продукції спочатку з'ясовують мету визначення чисельного значення показника рівня якості цієї продукції.

Зазвичай мета визначає метод аналітичної оцінки технічного рівня продукції. При цьому спочатку класифікують оцінювану продукцію, а потім здійснюють вибір та обґрунтування методу оцінки ТУ продукції.

Вперше методика вибору була описана в ГОСТ 22732-77 «Методы оценки уровня качества промышленной продукции. Основные положения». Надалі вибирається базовий зразок.

Після цього здійснюють вибір (або призначення) та обґрунтування номенклатури (переліку) показників якості для адекватної оцінки продукції, що цікавить. Це роблять відповідно до ГОСТ 22851-77 «Выбор номенклатуры показателей качества промышленной продукции. Основные положения».

Наступним і найбільш трудомістким є етап визначення (шляхом вимірювань, випробувань, розрахунків, збору інформації тощо) кількісних значень показників якості, що характеризують властивості оцінюваного та базового (базових) зразка (зразків). Тільки після цього і відповідно до прийнятого методу оцінки ТУ продукції виробляють розрахунки показників якості, а потім рівнів якості, тобто. технічного рівня оцінюваного та базового (базових) зразка (зразків) аналогічної техніки. Результати визначень всіх показників якості та технічних рівнів продукції відображають у спеціальній карті рівня за ГОСТ 2.116-84 «Карта технического уровня и качества продукции».

Промислова продукція, яка за показниками технічного рівня та якості повинна відповідати сучасним вимогам стандартів (технічних умов), екологічно безпечна, задовольняти потреби народного господарства та населення країни, характеризується стабільністю показників технічного рівня та якості, що ґрунтується на суворому дотриманні технологічної.

Промислова продукція, яка за показниками технічного рівня та якості не відповідає сучасним вимогам народного господарства та населення країни, морально застаріла та підлягає модернізації чи зняттю з виробництва.

Отже, у загальному вигляді оцінка рівня якості продукції до прийняття управлінських рішень складається з наступних основних етапів:

- встановлення мети оцінки рівня якості (або технічного рівня) виробу;
- вибір номенклатури, показників властивостей оцінюваного та базового зразків, обґрунтування його необхідності та достатності;
- вибір або розробка методу та прийомів визначення значень властивостей якості;
- вибір чи визначення базових значень показників властивостей та пошук вихідних даних для визначення фактичних значень показників властивостей продукції, що оцінюється;

- визначення фактичних значень показників якостей та його зіставлення з базовими;
- оцінка рівня якості та вироблення рекомендацій для прийняття управлінських рішень.

УДК 006.032:574

ЕКСПЕРТНА ОЦІНКА РІВНЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

В. О. ЯСІНСЬКИЙ, студент магістратури
Ю. І. РЕВЕНКО, кандидат технічних наук, доцент,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: revenko@nubip.edu.ua

Експерт - це фахівець, компетентний у вирішенні конкретного завдання (від лат. *expertus* - досвідчений). Компетентність експерта щодо об'єкта дослідження – це професійна компетентність, а щодо методології прийняття експертного рішення досліджуваного завдання – експертна компетентність. Експерт повинен бути об'єктивним при оцінюванні об'єкта дослідження.

Експертний метод - це метод вирішення завдань, заснований на використанні узагальненого досвіду та інтуїції спеціалістів-експертів. Даний метод оцінки рівня якості продукції використовується у тих випадках, коли неможливо або дуже важко використовувати методи об'єктивного визначення значень одиничних або комплексних показників властивостей такими методами як інструментальний, емпіричний або розрахунковий.

Експертний метод (або експертний спосіб, тобто метод експертних оцінок) є сукупністю декількох різних способів, які є різновидом, модифікацією методу експертизи.

Відомі різновиди експертного методу застосовуються скрізь, де основою рішення є колективне рішення компетентних людей (експертів). Так, наприклад, рішення різних нарад, конференцій, комісій, і також екзаменаторів щодо оцінки знань тощо - все це рішення, які приймаються експертними методами.

Експертні методи оцінювання якості продукції можуть використовуватися при формуванні одночасно загальної оцінки (без деталізації) рівня якості продукції, а також при вирішенні багатьох окремих питань, пов'язаних з визначенням показників властивостей продукції. Отже, експертні методи знаходять застосування при:

- загальній (узагальненій) оцінці якості продукції;
- класифікації продукції, що оцінюється;
- визначенні номенклатури показників властивостей продукції, що оцінюється;

- визначенні коефіцієнтів вагомості властивостей якості продукції;
- оцінюванні показників властивостей продукції органолептичним методом;
- виборі базових зразків та безрозмірних значень базових показників якості;
- визначенні підсумкового комплексного показника якості на основі сукупності одиничних та комплексних (узагальнених та групових) показників;
- атестації продукції та сертифікації.

Експертний метод оцінки рівня якості продукції не може бути використаний, якщо є можливість оцінити якість іншими аналітичними або експериментальними методами з більшою точністю або меншими витратами.

Результати загальної експертної оцінки складного комплексу властивостей, яким є якість продукції, мають елементи невизначеності та необґрунтованості. Тому експертна оцінка якості продукції в цілому є попередньою, ненасиченою інформаційно і тільки в першому наближенні, орієнтовно характеризує якість виробу, що оцінюється. На основі такої експертної оцінки якості, вочевидь, немає можливості приймати будь-які інженерно-технічні рішення. Цей метод може, наприклад, використовуватися при комерційних угодах, коли немає конкретних (кількісно виражених) відомостей про рівень якості продукції і т.п.

Проте слід зазначити, що експертний метод для оцінки показників багатьох властивостей технічної та іншої продукції є одним із можливим, що застосовується досить широко, і для цього розроблені відповідні методики.

Об'єктом експертизи (експертних оцінок) можуть бути як окремі споживчі властивості так і їх сукупності.

Критерії, за якими здійснюється експертиза якості, поділяються на загальні та конкретні.

До загальних критеріїв відносяться сформовані в суспільстві ціннісні орієнтири, уявлення та норми. Конкретні критерії

для експерта - це реальні вимоги до якості продукції даного виду, встановлені в нормативно-технічних та інших обов'язкових для виконання документах. У формі конкретних критеріїв виступає також комплекс базових значень показників властивостей, що характеризують продукцію, що планується або проектується. Характеристики реально існуючих високоякісних виробів, що виготовляються в країні або за кордоном, також є конкретними критеріями для експертів.

З метою підвищення достовірності, точності, надійності та відтворюваності експертних оцінок експертизу здійснюють шляхом прийняття групового рішення компетентними людьми. Для оцінки рівня якості продукції створюється експертна комісія, що складається з експертної та робочої груп.

До експертної групи включаються висококваліфіковані та спеціально підготовлені працівники у галузі створення та функціонування оцінюваної продукції: дослідники, конструктори, технологи, дизайнери, товаровознавці, економісти тощо. Число експертів, що входять до групи, залежить від

необхідної точності середніх оцінок і має становити від 7 до 20 осіб. При заочному опитуванні верхня межа кількості опитуваних експертів не обмежується.

Експертна група (комісія) користується експертним способом отримання інформації про показники якості продукції, що оцінюється. У цьому експертна група може приймати рішення з урахуванням усереднення оцінок експертів чи проводячи голосування експертів (метод «комісій»). З метою зменшення суб'єктивності в експертному методі рекомендується проводити кілька турів опитувань експериментів.

Експертний метод (метод «комісій») полягає у тому, що у ньому використовується подібність голосування. Спочатку експерти виставляють оцінки незалежно один від одного. Потім після відкритого обговорення виставлених оцінок експерти знову незалежно один від одного дають оцінки кожному об'єкту. Потім за скоригованими індивідуальними оцінками розраховують експертну оцінку. Цю роботу проводить робоча група експертної комісії. Крім того, робоча група організує процедуру опитування експертів, аналізує отримані результати та складає висновок експертної комісії.

Рекомендується, щоб для оцінок однотипної продукції експертна комісія формувалася з постійних експертів та членів робочої групи. Це бажано тому, що у процесі роботи щодо постійної комісії накопичується досвід роботи, відбувається навчання її членів, виробляються загальні підходи та принципи, а це підвищує ефективність роботи експертної комісії.

Найбільше застосування отримали чотири методи експертної оцінки якості:

- метод оцінки ранжуванням;
- спосіб попарного співставлення - спосіб переваг;
- бальний метод оцінювання;
- соціальний метод експертизи - метод попиту споживачів.

Перелік та послідовність основних етапів роботи експертної комісії полягають у наступному:

- 1) призначення осіб, відповідальних за організацію та проведення робіт з експертної оцінки якості продукції;
- 2) формування експертної та робочої груп;
- 3) розробка класифікації та визначення номенклатури показників якості продукції, що оцінюється;
- 4) підготовка анкет та пояснювальних записок для опитування експертів;
- 5) оцінювання та опитування експертів;
- 6) обробка експертних оцінок;
- 7) аналіз та оформлення результатів експертної оцінки якості (або показників якості) продукції.

В практиці експертної оцінки якості, зокрема при експертній оцінці споживчих властивостей продукції, переважно застосовуються комплексна та оперативна експертизи.

Комплексна експертиза проводиться для всебічного вивчення та оцінки якості груп однорідних виробів, що випускаються промисловістю серійно. У зв'язку з цим при експертизі реалізують системний, комплексний підхід до аналізу та оцінювання показників продукції. При комплексній експертизі отримують як повну характеристику об'єкта оцінювання. При цьому під час проведення використовують певний науковий, методичний та нормативний матеріал інших видів експертизи.

Оперативна експертиза ґрунтується на даних, отриманих під час проведення попередніх комплексних експертиз. Цей прийом дозволяє істотно скоротити обсяг та терміни експертних робіт за достатньої глибини та обґрунтованості експертних висновків.

При експертному методі оцінку рівня якості чи показника тієї чи іншої властивості продукції визначають у безрозмірних одиницях. Зазвичай використовують один із двох методів експертного оцінювання якості: метод ранжування об'єктів за їх якістю або метод оцінювання в балах.

УДК 614.82

МЕТОДИКА ОЦІНЕННЯ СТАНУ ГРАНИЧНОГО НАКОПИЧЕННЯ ВТОМНОЇ ПОШКОДЖЕНОСТІ ВИСОКОНАВАНТАЖЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ МОБІЛЬНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

О. В. ВОЙНАЛОВИЧ, к.т.н., доц.

Національний університет біоресурсів і природокористування України,

Г. Г. ПИСАРЕНКО, д.т.н., проф.,

А. М. МАЙЛО, к.т.н.,

С. Г. ПИСАРЕНКО, асп.

Інститут проблем міцності ім. Г. С. Писаренка НАН України

E-mail: voynalovich@nubip.edu.ua

Елементи конструкцій мобільної сільськогосподарської техніки зазнають втомного пошкодження за тривалих термінів експлуатації навіть за малих рівнів циклічного навантаження. Це може призвести до аварійних ситуацій внаслідок раптового зруйнування металу після граничного накопичення пошкодження [1]. То ж актуальною є задача оцінення граничного накопичення втомного пошкодження в елементах конструкцій мобільної сільськогосподарської техніки, що після відновлювальних заходів ремонту дозволить запобігти руйнуванню.

Задача дослідження експлуатаційного накопичення пошкодження в елементах конструкцій мобільної сільськогосподарської техніки є методично достатньо складною [2]. Широко використовуваний тензометричний метод [3]

не завжди прийнятний, зокрема через міцнісну уразливість елементів тензодатчиків, які розміщують на поверхні конструкційного елемента, у разі великих поверхневих деформацій та переміщень, характерних для експлуатаційних умов мобільної техніки у сільському господарстві. То ж перспективним є використання безконтактних методів моніторингу накопичення експлуатаційного пошкодження на поверхні елементів конструкцій.

Метою даної роботи є дослідження умов граничного накопичення деформаційних дефектів у лабораторних зразках елементів конструкцій мобільної сільськогосподарської техніки у стані втомного руйнування на основі безконтактного методу оптичного сканування контрольованої зони поверхні.

Використаний у роботі метод вимірювання мікропластичних деформацій, які є проявом накопичення пошкодження, побудовано на аналізі параметрів функції розподілу світлового когерентного проміння, відбитого від zdeформованої поверхні елемента конструкції [4]. Згідно з цим методом на контрольовану локальну зону поверхні спрямовують світлове проміння з довжиною хвилі, сумірною масштабу локалізації мікропластичної деформації поверхні, і аналізують отриману на реєструвальній матриці спеклограму проміння, відбитого від сформованого внаслідок експлуатаційного навантажування мікрорельєфу поверхні [5]. Щоб оцінити інтенсивність зміни деформаційного мікрорельєфу [6] використовували параметр, який визначали відношенням кількості світлих пікселів певного типу до загальної кількості пікселів зображення спеклструктури.

Даний метод було застосовано для визначення граничного стану експлуатації елементів конструкцій мобільної сільськогосподарської техніки. До початку циклічного навантажування на певну зону поверхні елемента конструкції спрямовували проміння когерентного джерела світла. На реєструвальній матриці отримували спеклограму (зображення поля віддзеркаленого проміння), а для оцінення розподілу інтенсивності яскравостей зображення світлочутливих елементів визначали параметр Херста H (для двохвимірної поверхні).

Протягом навантажування через певні проміжки часу для цієї ж контрольованої поверхні повторно отримували спеклограми, визначали значення параметра Херста H , що дозволяє побудувати його залежність від тривалості (кількості циклів) навантажування. Суттєве збільшення цього параметра порівняно зі значеннями початкових етапів навантажування відповідає граничному значенню накопичення втомної пошкодженості, тобто граничному стану витривалості матеріалу, що визначає зародження втомної макротріщини.

Список використаних джерел

1. Georgiy Pisarenko, Oleksandr Voinalovych, Ivan Rogovskii, Myhailo Motrich. Probability of boundary exhaustion of resources as factor of operational safety for agricultural aggregates. *18th International Scientific Conference*

“Engineering for rural development”. Jelgava. Latvia. 22-24.05.2019. 2019. P. 199-205.

2. Писаренко Г.Г., Войналович А.В., Майло А.Н. Дискретные свойства неупругости стали и сплавов при периодическом деформировании. *Металофізика і новітні технології*. 2020. Т. 42. Вип. 2. С. 261-279.

3. Лукашевич А. О., Леонець В. А., Чаус Л. М. Тензометричний метод виявлення втомних тріщин докритичних розмірів у зварних з'єднаннях маловуглецевої сталі. *Проблеми міцності*. 2015. № 3. С. 115-122.

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

5. Войналович О.В., Писаренко Г.Г., Майло А.М. Спосіб вимірювання ступеню мікророзформованості поверхні металокопункції із застосуванням когерентного випромінювання. Патент України на корисну модель № 134268. Бюл. № 9 від 10.05.2019 р.

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

УДК 338.24

ДОСЛІДЖЕННЯ ФОРМУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ДЕТАЛЕЙ

О. В. БАРАНОВА, асистент
П. М. ПОЛЯНСЬКИЙ, канд. екон. наук, доцент
Миколаївський національний аграрний університет

Проведено детальний аналіз одиничної взаємодії індентора з поверхнею деталі. Для побудови моделі одиничного взаємодії при динамічних методах поверхневого пластичного деформування (ППД), використана методика Е.Ф. Непомнящего. Розглянуто випадок косої зіткнення гладкою жорсткої сфери з деформованою поверхнею деталі при діапазоні кутів взаємодії від $75^0 \leq \alpha < 90^0$. При впровадженні враховувалося тільки ковзання кульки по поверхні деталі, виключаючи його можливе перекошування. Отримано залежність для визначення обсягу металу, деформованого за один удар кульки об поверхню оброблюваної деталі:

$$V = 8,9 \cdot R^3 \cdot \left(k_{ш}^{0,5} \cdot k_v \cdot A \cdot \gamma \cdot \sin \alpha \cdot \sqrt{\frac{\rho_{ш}}{3 \cdot k_s \cdot c \cdot \sigma_T}} \right)^{\frac{5}{2}} \cdot (0,87 \cdot \operatorname{ctg} \alpha - 0,47 \cdot f)$$

де R – радіус кульки;

$\rho_{ш}$ – щільність матеріалу кульки;

$k_{ш}$ – коефіцієнт, що враховує вплив шорсткості поверхні деталі на площу фактичного контакту;

k_v – коефіцієнт втрати швидкості при видаленні гранули від стінки робочої камери;

c – коефіцієнт несучої здатності контактної поверхні;

σ_T – межа плинності матеріалу деталі;

α – кут зустрічі кульки з поверхнею деталі;

f – коефіцієнт тертя ковзання кульки по матеріалу оброблюваної деталі.

При проектуванні технологічних процесів обробно-зміцнюючої обробки, основними завданнями є аналітичний розрахунок очікуваної ступеня деформації, глибини зміцненого шару і шорсткості поверхні. При впровадженні індентора в поверхню деталі в зоні контакту виникає залишкова вм'ятина (пластичний відбиток) навколо якої завжди є пластично деформована область, яка поширюється на деяку глибину h_n . Аналітичне визначення товщини зміцненого шару і ступеня деформації в залежності від фізико-механічних властивостей матеріалу деталі і параметрів процесу є дуже складним завданням. В результаті теоретичних досліджень отримані уточнені залежності для визначення глибини зміцненого шару, що відрізняються урахуванням впливу форми плями контакту, яку описує коефіцієнт K :

$$K = 1 - \frac{1}{2} \left(1 - \frac{b}{a} \right)^4$$

де a і b – піввісі еліпса контакту.

Відомо, що при динамічних методах ППД визначення величини контактної навантаження P і зусилля зіткнення представляє значні труднощі, тому визначення глибини зміцнення проводилося через параметри, які легко обчислити або визначити з дослідів. При виведенні теоретичних залежностей для визначення глибини зміцненого шару і ступеня деформації враховувалося умова пластичності Генки-Мізеса, при якому $\sigma_i = \sigma_T$, де σ_i – інтенсивність напружень.

Глибина зміцненого шару h_n для вібраційної обробно-зміцнюючої обробки ВОЗО:

$$h_n = 3,8 \cdot R \cdot \left[1 - \frac{1}{2} \left(1 - \frac{b}{a} \right)^4 \right] \cdot k_{ef} \cdot A \cdot \gamma \cdot \sin \alpha \cdot 4 \frac{\rho_{ш}}{k_c \cdot c \cdot \sigma_T}$$

де k_{ef} – узагальнюючий коефіцієнт ефективної швидкості;

A – амплітуда коливань робочої камери;

γ – частота коливань робочої камери.

Для ВРОЗО:

$$h_n = 3,8 \cdot R \cdot \left[1 - \frac{1}{2} \left(1 - \frac{b}{a} \right)^4 \right] \cdot k_{ef} \cdot \omega \cdot R_{ef} \cdot \sin \alpha \cdot 4 \frac{\rho_{ш}}{k_c \cdot c \cdot \sigma_T}$$

де R_{ef} – ефективний радіус ротора;

ω – частота обертання дна робочої камери (ротора).

Залежність для визначення глибини зміцненого шару h_n при обробці кулькового стержневого зміцнювача (КСЗ) отримана з урахуванням того, що на формування якісних характеристик поверхневого шару при даному виді обробки впливають такі фактори: енергія удару ударника E_y , число стрижнів в насадці N , діаметр заточування індентора (стержня) $D_{ин}$, втрати енергії при ударі, що враховуються ККД η ; фізико-механічні властивості матеріалу деталі:

$$h_n = 1,68 \cdot \sqrt[4]{\frac{E_y \cdot \eta \cdot D_{ин}}{N \cdot HB^{1,12} \cdot 10^6}}$$

де $D_{ин}$ – радіус заточування індентора;

HB – твердість матеріалу деталі по Брінеллю в кгс/мм².

Під ступенем деформації ε , відповідно до робіт Кудрявцева І.В., умовно приймається відношення діаметра від вдавнення лунки d до діаметра сфери D , що вдавлюють.

$$d = \left(\frac{D \cdot E_y}{0,1 \cdot HD} \right)^{\frac{1}{4}}$$

де HD – динамічна твердість матеріалу деталі в Па.

На практиці досить часто вдаються до перерахунку одних чисел твердості в інші. Дані перерахунки проводяться виключно на основі емпіричних залежностей, які в повному обсязі описують внутрішні зв'язки між різними числами твердості. Представлені залежності для визначення ступеня деформації отримані з урахуванням переведення твердості по Брінеллю (кгс/мм²) в динамічну твердість (МПа):

$$HB = 0,2 \cdot HD^{0,89}$$

Для визначення ступеня деформації при обробці деталей динамічними методами ППД отримані наступні залежності:

для ВОЗО:

$$\varepsilon = 0,8 \cdot \sqrt{V_{эф}} \cdot \sqrt[4]{\frac{\rho_{ш}}{HB^{1,12} \cdot 10^6}}$$

для КСЗ:

$$\varepsilon = 0,67 \cdot \sqrt[4]{\frac{E_y \cdot \eta}{N \cdot HB^{1,12} \cdot R_3^3 \cdot 10^6}}$$

де R_3 – радіус заточки стержня.

При проектуванні технологічних процесів обробно-зміцнюючої обробки є важливим визначення необхідного часу обробки деталі. Важливо уникати таких явищ при обробці як перенаклеп, який призводить до зниження міцності, відшаровування, луцення поверхневого шару металу і появи тріщин в ньому.

Для найбільш точного прогнозування і планування технологічного процесу отримана залежність для розрахунку часу обробки при заданому кількості F деформування всього обсягу поверхневого шару товщиною необхідною для формування заданих параметрів зміцнення:

$$t_F = \frac{4 \cdot h_{\max} \cdot F \cdot R^2}{V_s \cdot f_s}$$

де F – необхідна кількість повторюваних ударів в одну і ту ж точку оброблюваної поверхні;

V_s – деформується обсяг металу, укладений в кульовий сегмент радіуса R і висотою $h_{\max}$;

f_s – частота циклів впливу маси кульок на поверхню деталі.

Список використаних джерел

1. Олейник Н. В. Поверхностное динамическое упрочнение деталей машин / Н. В. Олейник, В. П. Кычин и др. – Киев : Техника, 1984. – 150 с.
2. Киричок П. О. Зміцнення поверхонь металевих деталей / П. О. Киричок, В. Г. Олійник, Т. Ю. Киричок – Київ : Преса України, 2004. – 240 с.
3. Heywood R.B. Designing against fatigue. – London: Chapman and Hall Ltd., 2002. – 504 p.

УДК 665.73:54-414

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕМПЕРАТУРНИХ ПОКАЗНИКІВ НА ПОГЛИНАННЯ НАФТОПРОДУКТІВ СОРБЕНТАМИ РІЗНОГО ПОХОДЖЕННЯ

М. Ф. КАЛІВОШКО, кандидат сільськогосподарських наук,
Національний університет біоресурсів природокористування України
E-mail: m.f.kalivoshko@gmail.com

Актуальність теми. Сорбція, що ґрунтується на процесах поглинання, стає особливо актуальною в наш час [3]. Використання сорбентів для очищення довкілля від нафтопродуктів, в першу чергу ґрунтів та води, набуває все більшого поширення. [1,4] Для поглинання паливно-мастильних матеріалів застосовується велика кількість сорбентів мінерального та органічного походження, що характеризуються різними фізико-хімічними властивості [2]. Важливо знати як відбуваються процеси сорбції в таких сорбентах при різних температурних умовах, коли виникне необхідність в проведенні очищення ґрунтів і води .

Метою наших досліджень було вивчення процесів поглинання сорбентами мінерального та органічного походження нафтопродуктів при різних температурних умовах.

За результатами наших досліджень, що подані на (рис. 1) видно, як впливають температурні умови на поглинаючу здатність сорбентів, в відношенні до дизельного пального.

Плавне зниження поглинальної здатності сорбентів із зростанням температури в інтервалі від 0 до 40°C обумовлено, як нетривким екзотермічним характером процесу між частковою взаємодією молекул дизельного пального і поверхонь поглиначів, так й із зниженням в'язкості рідкої фази нафтопродукту. В області від'ємних температур через замерзання води, яка знаходиться в порах частинок виникає зменшення поверхні поглинання і як наслідок – незначне зниження поглинальної здатності.

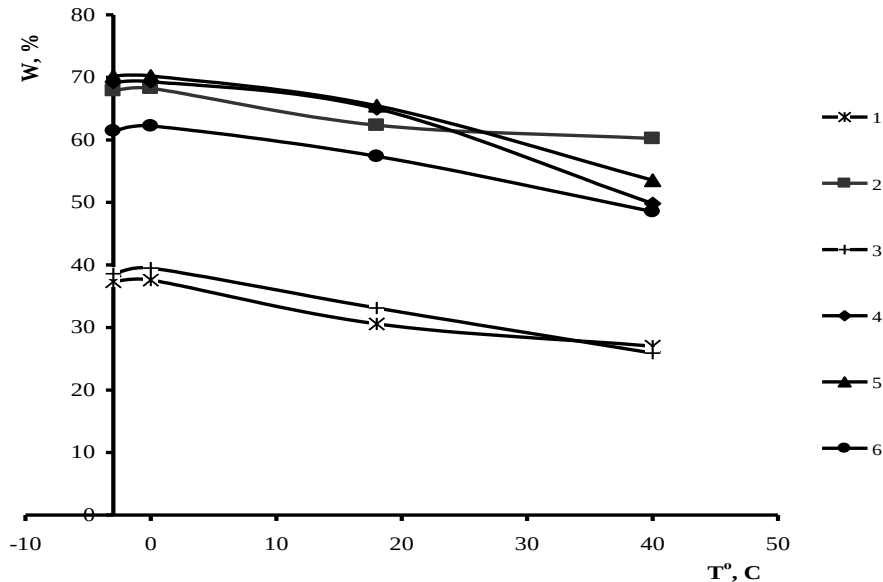


Рис. 2. Вплив температури на поглинаючу здатність матеріалів в відношенні до дизельного палива: 1 - керамзит; 2 - пінобетон; 3 - газобетон; 4 - пемза; 5 - тирса деревини; 6 - стружка деревини

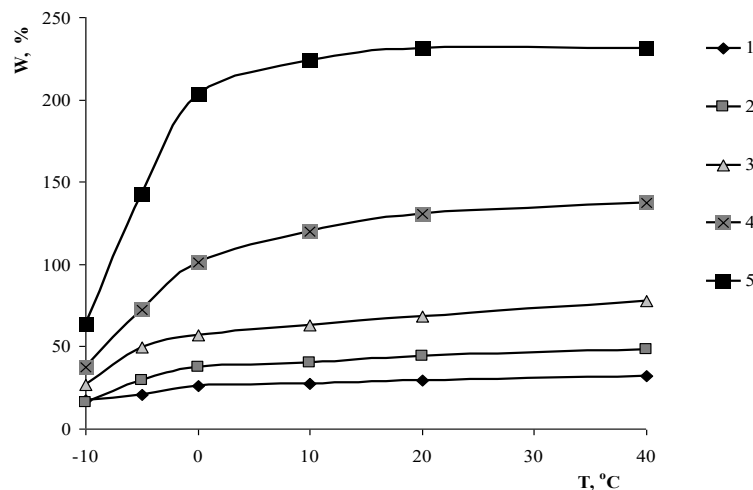


Рис. 2. Вплив різних сорбентів на поглинання бензину: 1 – пемза; 2 – керамзит; 3 – пінобетон; 4 – стружка деревини; 5 – тирса деревини.

У випадку з бензином (рис. 2) ми стикаємося з явищем плавного зростання поглинальної здатності сорбентів, що пов'язано з не високою в'язкістю бензину та його здатністю заповнювати мікропори сорбенту. і

звичайного зниження сорбційної здатності матеріалів з ростом температури. Невисока поглинання здатність сорбентами бензину, в області від'ємних температур, зумовлене замерзанням молекул води в мікропорах.

Сорбенти органічного походження, стружка та тирса деревини, мають поглинальні властивості, особливо у відношенні до бензину.

Висновки. За результатами наших досліджень, при підвищенні температур в інтервалі від -10 до +40°C, сорбція дизельного палива дещо знижується, що обумовлено особливостями процесів його поглинання сорбентами. Поглинання бензину сорбентами з підвищенням температури плавно зростає. Сорбенти рослинного походження мають вищі сорбційні показники в порівнянні з сорбентами мінеральної природи.

Список використаних джерел

1. Галиш В., Пасальський Б., Севастьянов О. Високоєфективні сорбенти з продуктів переробки сільськогосподарської сировини. *Товари і ринки*. 2017, №1. С.80-89.
2. Діюк В.Є. Вуглецеві сорбенти. Одержання, будова та властивості: навчальний посібник /В.Є.Діюк, К. КНУ ім.. Шевченка. К.: ВПЦ «Київський університет». 2017. 143 с.
3. Павлюх Л.І. і ін..Використання вуглецевих сорбентів і сорбційних технологій для очищення водних екосистем від нафтопродуктів. *Вісник Національного авіаційного університету*. 2008, 34(1). С.117-119.
4. Павлюх Л.І. Перспективи використання сорбентів на основі рослинної сировини для очищення стічних вод від нафтопродуктів. *Нафтова і газова промисловість України*. 2011, №1. С.54-56.

УДК 631.313

ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОЧИХ ОРГАНІВ ДИСКОВИХ ГРУНТООБРОБНИХ МАШИН, ОСОБЛИВОСТІ ЇХ ЗНОШУВАННЯ ТА ФОРМОУТВОРЕННЯ В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

І. Г. ГРАБАР, д.т.н., професор
Н. О. АНТОНЮК, здобувач освіти
Поліський національний університет, м. Житомир
E-mail: ivan-grabar@ukr.net

У структурі парку сільськогосподарських машин України на дискові ґрунтообробні машини (ДГМ) припадає близько 40% від загальної їх кількості. Основними позитивними характеристиками ДГМ є простота конструкцій, висока продуктивність, мала схильність до забивання рослинними рештками,

здатність легко долати перешкоди, відносно малий знос робочих органів, можливість забезпечувати поверхневий обробіток ґрунту.

ДГМ за характером роботи поділяються на плуги, лушпильники й борони. Дискові плуги бувають тільки несиметричні, а лушпильники та борони – симетричними й несиметричними.

У нас час широкого застосування отримали комбіновані ґрунтообробні знаряддя, у яких переважно наявні дискові робочі органи (РО).

Під дисковими робочими органами розуміють усі види робочих органів, які можуть під дією реактивних опорів ґрунту вільно обертатися навколо горизонтальної або похилої осі, внаслідок чого переміщення окремих точок цих органів є результатом складання поступального й обертового рухів.

Світовими лідерами з виробництва РО ДГМ є: іспанська Bellota, німецькі Kverneland, Amazone, Horsch, Rabe, Lemken, Kockerling, Freiser Lamex, французька Kuhn, шведська Vader-star, австрійська Vogel & Noot, італійські Maschio, Ofas, американська John Deere.

На пострадянському просторі до провідних заводів, що виробляють РО ДГЗ, належать: українські ВАТ “УманьФермМаш”, ВАТ НВФ “Дозатор”, ЧП ПКФ “Велес-Агро”, СТ ВФ “Агрореммаш” ВАТ “Фрегат”, ВАТ НПП “Белоцерковмаз”, ВАТ “Стилок”, ЗАТ “Днепроагромаш”, ВАТ «Николаевская агропромтехника», ВАТ “Вишевичі агротехніка”, російські НПО “Сибсельмаш”, ОАО “Белагромаш-сервис”, ЗАО “Апшеронський завод”, білоруський ОАО “Завод Минскагропромаш”.

Основною ознакою для класифікації дискових РО є форма.

У даній дисертаційній роботі основну увагу зосереджено на сферичних вирізних дисках із постійною кривизною, які найбільш поширені, тому що інтенсивніше впливають на ґрунт та краще перерізують корені. При роботі сферичних вирізних дисків не відбувається накопичення коренів і бадилля попереду.

Основними геометричними параметрами сферичного вирізного диска з постійною кривизною є його зовнішній діаметр D (рис. 1), внутрішній діаметр d , радіус кривизни сфери диска R , передній кут ε_1 , кут нахилу фаски диска до його основи ω , кут різання α , задній кут ε_2 і товщина диска E .

Лезо дисків загострюється з боку опуклої поверхні, а кут загострення повинен бути в межах $i = 10...20^\circ$ для борін і лушпильників та $i = 15...25^\circ$ для плугів. Диски призначені для роботи на твердих ґрунтах, загострюються із внутрішнього боку.

Розміри вирізів визначають як: $C=D/8$. Кількість вирізів на диску приймають від 6 до 12. Між діаметром і радіусом кривизни диска встановлено залежність $R=(D/2)\cdot\sin\varepsilon$.

Дослідженнями дискових РО займалися В.С. Жегалов, В.П. Горячкин, В.Ф. Стрельбицький, М.Л. Гусяцкий, А.В. Клайд, М.А. Путинцева, П.С. Нартов, Ф.М. Канарєв, М.Є. Мацепуро, А.Ф. Загоруйко, Мк. Киббен, та інші. Перший повний аналіз кінематики дисків різних типів з необхідними

початковими даними для розрахунку і конструювання дискових машин виконав Г.Н. Сінеєков.

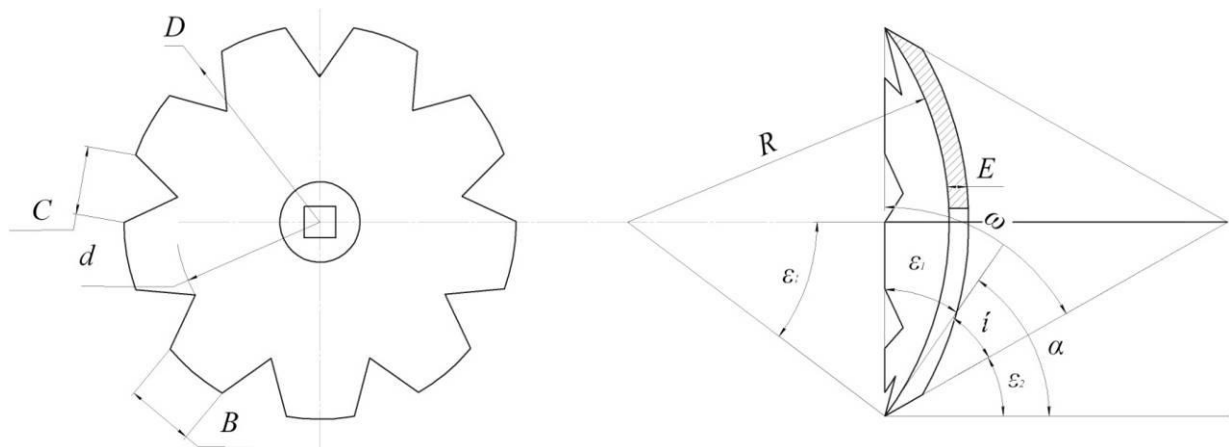


Рис. 1. Основні параметри сферичного вирізного диска з постійною кривизною: D – зовнішній діаметр, C – ширина вирізу, R – радіус кривизни сфери диска, ε_2 – задній кут, ω – кут нахилу фаски диска до його основи, α – кут різання, E – товщина диска.

В даний час дослідження дискових РО здійснюють такі вітчизняні та зарубіжні вчені як: Я.С. Гуков, Б.А. Шелудченко, С.О. Сидоров, Б.М. Орлов, Борах К.В., А.М. Есоян та інші.

Аналіз робіт зазначених дослідників дозволив виділити низку теоретичних і практичних проблем, які залишаються нерозв'язаними й нині.

С.О. Сидоров відзначав, що безремонтний термін служби дисків луцильників та борін не перевищує 1...2 роки, а термін служби луцильників та дискових борін складає приблизно 7...10 років.

Практика показує що в процесі роботи, вибракування робочих органів ДГМ відбувається через зменшення зовнішнього діаметра до граничних значень. При зменшенні діаметра сферичного диска погіршуються агротехнічні показники виконання технологічної операції. Зокрема при зменшенні діаметра змінюється профіль борозни та висота гребенів, оскільки ці два показники залежать від діаметра та відстані між сусідніми дисками.

С.О. Сидоров відзначив, що для несамозагострювальних (серійних) РО ДГМ можливе виникнення двох граничних станів: перший – затуплення леза, другий – спрацювання зовнішнього діаметра до граничного стану. Після досягнення першого граничного стану такі диски необхідно ремонтувати (загострювати). У самозагострювальних РО ДГМ граничний стан один – спрацювання зовнішнього діаметра до граничного стану.

У процесі різання дисковими РО лезо входить у ґрунт при великому питомому навантаженні на ріжучу крайку леза. За таких умов роботи відбувається швидке затуплення лез робочих органів, внаслідок чого машина швидко втрачає працездатність.

В.М. Ткачов встановив 4 умови самозагострювання РО ГМ:

1. Радіус затуплення R_k ріжучої крайки в процесі роботи леза не повинен перевищувати допустимого $R_{k,0}$, обумовленого нормальним протіканням технологічного процесу різання робочої маси.

2. Товщина несучого шару h_n повинна бути мінімально можливою для забезпечення необхідної міцності твердого шару:

$$h_n = h_m K_n, \quad (1)$$

де K_n – коефіцієнт міцності твердого шару, який може, залежно від властивостей ґрунту й твердого шару, змінюватися в широкому діапазоні (для лез наплавлених сормайтотом $K_n=1,0\dots1,8$).

3. Твердість зносостійкого шару H_m повинна бути у відповідному співвідношенні з твердістю несучого шару:

$$H_m = K H_n, \quad (2)$$

де K – коефіцієнт, який залежить від абразивних властивостей ґрунту ($K=1,2\dots2,8$).

4. Зміцненню, як правило, повинна підлягати та грань леза, яка піддається найменшому зношенню. Якщо ця умова не буде виконуватися то інтенсивність зношування твердого й м'якого шару вирівнюється, що неминуче призведе до затуплення леза. У деяких випадках зміцнення проводять з іншого боку леза для використання на супіщаних і піщаних ґрунтах.

В роботі Борак К.В висловлюються сумніви щодо коректності формулювання 4-ої умови самозагострювання. У США та Канаді в деяких ґрунтово-кліматичних зонах (супіщані та піщані ґрунти) застосовують наплавку на поверхню, яка більш інтенсивно зношується.

Чотири умови самозагострювання В.М. Ткачовим установлені в результаті дослідження процесу зношування лемешів та лап культиваторів. Зважаючи на це, необхідно дослідити процес зношування дискових РО для уточнення умов самозагострювання. Ця дисертаційна робота присвячена розв'язанню зазначеного питання.

Для розробки самозагострюючих РО ДГМ необхідно врахувати особливості їх роботи та механізму зношування. Зокрема при розрахунку поверхні тертя РО ДГМ необхідно врахувати, що тиск на поверхні тертя пульсуючий і також може бути ударним, як це має місце на кам'янистих ґрунтах. Тому випадку необхідно врахувати вплив динамічних факторів, оскільки механізм руйнування металів, а особливо твердих сплавів, суттєво змінюється.

При роботі на твердих та кам'янистих ґрунтах, в деяких випадках процес зношування дискових РО носить ударно-абразивний характер. У цьому випадку швидкість зношування також залежить від енергії удару, властивостей абразиву й матеріалу. Матеріал, працюючий при даному виді зношування, повинен бути ударно-міцним і мати високе значення границі міцності при зрізі і ударній в'язкості.

УДК 614.8:631.3

ЛЮДСЬКИЙ ФАКТОР ЯК ПРИЧИНА ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ ПРАЦІВНИКІВ

Є. І. МАРЧИШИНА, доцент, канд. с.г. наук

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: marchyshyev@gmail.com

Смертність від нещасних випадків у світі займає третє місце після серцево-судинних та онкологічних захворювань. Однак, якщо від цих захворювань вмирають, переважно, люди старшого віку, то від нещасних випадків гинуть працездатні люди молодого та середнього віку. Статистика показує, що у чоловіків віком від 18 до 36 років найбільш поширеною причиною смерті є нещасний випадок. За даними одних дослідників, два випадки із трьох відбуваються з вини працівників, за іншими - людському чиннику відводять не менше 90% нещасних випадків [1].

В умовах зростання потужностей виробничих засобів зростає і ціна людської помилки, знижуються безпосередні людські можливості для протистояння небезпечним ситуаціям. Внаслідок постійного контакту з технікою відбувається звикання до можливих небезпечних ситуацій та порушення техніки безпеки.

У зв'язку з цим постає питання про нові підходи до профілактики травматизму стосовно тієї ситуації, яку можна спостерігати сьогодні на виробничих підприємствах. Важливо розуміти, що людський фактор - це система суб'єктивних особливостей трудового процесу, що характеризується комплексом психофізіологічних особливостей людини та її соціальних ролей, що відіграє важливу роль у промисловій безпеці.

Основний парадокс проблеми впливу людського фактора полягає у тому, що будь-яка здорова людина ніколи не буде прагнути до отримання травми. Але є цілий комплекс причин, які спонукають людину створювати небезпечні ситуації. Причини можуть бути поділені на такі групи:

- працівник «не вміє» (він не володіє необхідними для цієї роботи знаннями);
- працівник «не хоче» (не розвинена психологічна установка на дотримання вимог безпеки);
- працівник «не може» (перебуває в такому психологічному та фізичному стані, який не дозволить йому безпечно працювати) [2].

Таким чином, вивчають проблему людського фактора у двох взаємопов'язаних напрямках:

- аналіз суб'єкта, працівника (його знання, особистість, здоров'я тощо) у контексті можливості скоєння ним небезпечної дії;
- аналіз виробничого середовища з позиції його впливу на можливість реалізації суб'єктом небезпечні дії.

Дуже важливо належну увагу приділяти організації робочого місця, оскільки саме вона є вирішальним виробничим фактором, що визначає умови та зміст трудової діяльності працівника. У даній проблематиці важливо розглянути наскільки робоче місце впливає на психологію, самопочуття та загальну здатність працівника до безпечної праці.

Постійна взаємодія з небезпечним обладнанням та непоінформованість про масовість нещасних випадків ведуть до того, що люди перестають боятись того, що насправді є дуже небезпечним. На щастя, далеко не кожне порушення тягне за собою нещасний випадок. Люди, одного разу безкарно порушивши правила і отримавши за рахунок цього якусь дрібну вигоду, повторюють подібні порушення. Поступово відбувається адаптація не тільки до небезпеки, а й звичка до порушення правил.

Крім загальних причин, є багато різноманітних суто індивідуальних чинників, головним чином, психологічного порядку, що сприяють навмисним порушенням правил безпеки праці та зростання кількості нещасних випадків (показна сміливість, недисциплінованість, схильність до ризику тощо). Отже, одним технічним шляхом проблему безпеки не можна вирішити. Більш того, з удосконаленням техніки, підвищенням її надійності та безпеки вади людського фактора стають помітнішими, оскільки у загальній масі випадків помилки людини набувають все більшої значущості [3].

Для виробництв і видів діяльності з високою потенційною небезпекою ключовою умовою забезпечення безпеки є надійність персоналу. Професійний відбір – один із напрямків вирішення цього завдання. Новий технічний рівень виробництва потребує залучення кваліфікованих працівників. Між тим, практика показала, що навіть висококваліфіковані працівники за не зовсім ясних причин періодично допускають помилки, брак, збої. Далеко не кожен працівник, незважаючи на активне прагнення опанувати даною трудовою діяльністю, здатний в силу певних індивідуальних особливостей і особистих якостей забезпечити безпечне виконання трудових функцій, належну продуктивність і якість праці. Тому, поряд з впровадженням у виробництво технічних засобів, що перешкоджають помилковим діям працівників (всілякі блокування, попереджувальне забарвлення, сигналізація тощо), проводяться дослідження та розробка методів професійного відбору кандидатів за найбільш складними і небезпечними професіями і робочими місцями, в першу чергу, у тих галузях, де людський фактор у забезпеченні безпеки є вирішальним.

Для виробництв і видів діяльності з високою потенційною небезпекою ключовою умовою забезпечення безпеки є надійність персоналу. Професійний відбір – один із напрямків вирішення цього завдання. Новий технічний рівень виробництва потребує залучення кваліфікованих працівників. Між тим, практика показала, що навіть висококваліфіковані працівники за не зовсім ясних причин періодично допускають помилки, брак, збої. Далеко не кожен працівник, незважаючи на активне прагнення опанувати даною трудовою діяльністю, здатний в силу певних індивідуальних особливостей і особистих якостей забезпечити безпечне виконання трудових функцій, належну

продуктивність і якість праці. Тому, поряд з впровадженням у виробництво технічних засобів, що перешкоджають помилковим діям працівників (всілякі блокування, попереджувальне забарвлення, сигналізація тощо), проводяться дослідження та розробка методів професійного відбору кандидатів за найбільш складними і небезпечними професіями і робочими місцями, в першу чергу, у тих галузях, де людський фактор у забезпеченні безпеки є вирішальним.

Ретельне медичне обстеження дозволить виявити фізичні вади, які можуть спричинити провокацію небезпечних ситуацій. Переважно це стосується органів, відповідальних прийом зовнішніх сигналів. Важливою є діагностика епілепсії та інших захворювань, при яких людина на робочому місці може втратити контроль над собою.

Дуже важливо включати в оцінку людського чинника психологічні дослідження у розрахунку не тільки на штатні ситуації, а й у можливі небезпечні ситуації. На виробництвах, де небезпечні ситуації зустрічаються з високою частотою, необхідно ретельну увагу приділяти вивченню емоційного стану працівників у небезпечних ситуаціях.

Резюмуючи сказане вище, можна зробити припущення про те, що тільки різнобічний комплексний аналіз всіх аспектів складових і формують поняття людського фактора як ізольовано один від одного, так і у складі єдиної системи, зможе дати інформацію про те, які заходи профілактики виробничого травматизму будуть дійсно необхідні та ефективні.

Список використаних джерел

1. Войналович О. В., Марчишина Є. І., Білько Т.О. Охорона праці у сільському господарстві. К: Центр навчальної літератури, 2017. 691 с.
2. Марчишина Є. І., Матвієнко І. О. Роль особистих якостей працівника як ключового чинника безпечної праці. Сучасне птахівництво. 2011. №4. С. 26- 30.
3. Марчишина Є. І. Оцінка впливу людського чинника на ризик травматизму працівників на робочому місці. Збірник тез доповідей хіх міжнародної конференції науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів «Проблеми та перспективи розвитку технічних та біоенергетичних систем природокористування» (25-29 березня 2019 року). К. 2019. НУБІП України. С. 34-36.

УДК 625.08

КЛАСИФІКАЦІЯ ДОРОЖНІХ ФРЕЗ ТА ХАРАКТЕР ЗНОШУВАННЯ ЇХ РІЗЦІВ

О. В. ТІХОНОВ, кандидат технічних наук, доцент

І. М. РИБАЛКО, доктор технічних наук

В. С. ГОБИШ, здобувач вищої освіти

Державний біотехнологічний університет, м. Харків,

E-mail: kafedraTSRP@i.ua

Основним технічним агрегатом для ремонту асфальтобетонного покриття є дорожня фреза (ДФ). Основна функція ДФ – розтин дорожнього покриття, тобто різання ремонтної ділянки асфальтобетону, від ефективності роботи якої залежать енерговитрати на ремонт 1м² дороги.

Відновлення асфальтобетонного дорожнього покриття (АДП) здійснюється різними методами, засобами та матеріалами, що сукупно визначають їх якість, термін служби та вартість.

Застосування сучасних ДФ, що володіють високою продуктивністю, дозволяє скоротити кількість технологічних операцій ремонту АДП, дають можливість забезпечити їх комплексну механізацію та досягти високої якості робіт. ДФ виготовляються у багатьох країнах. ДФ можна класифікувати за різними ознаками.

За способом пересування дорожні фрези поділяються на самохідні, навісні, причіпні та напівпричіпні. Самохідні фрези характеризуються тим, що в них робоче обладнання змонтоване на базовому пневмоколісному шасі (базовому тягачі), виготовленому спеціально для них. У навісних фрезах робоче обладнання встановлюється на серійних колісних або гусеничних тракторах, обладнаних ходозменшувачами. У деяких випадках як базові машини можуть використовуватися шасі автомобілів. Причіпні дорожні фрези відрізняються тим, що працюють у причепі із серійними гусеничними тракторами, оснащеними ходозменшувачами.

У напівпричіпних фрез рама фрезерного робочого органу одним кінцем спирається на сидельний пристрій колісних одновісних тягачів.

За типом ходової частини дорожні фрези розрізняються на машини, що мають пневмоколісну, гусеничну та змішану ходову частину. Пневмоколісним ходом оснащуються самохідні та навісні фрези, що мають як базові машини спеціальні колісні шасі або колісні трактори. Такий самий хід можуть мати напівпричіпні фрези на базі одновісних колісних тракторів. Гусеничну ходову частину мають машини навісного виконання з урахуванням гусеничних тракторів. Змішана ходова частина й у машин причіпного типу, коли причіпний агрегат оснащений пневмоколесами, а тяговий трактор - гусеничним ходом.

За характером приводу ротора розрізняють дорожні фрези із приводом ротора від валу відбору потужності базового трактора та приводом від

самостійного двигуна. Перший вид приводу має місце на фрезах самохідного, навісного та, в окремих випадках, причіпного виконання із загальним двигуном на привід всіх механізмів. Другий вид приводу характерний для причіпних та напівпричіпних агрегатів, що найчастіше оснащуються роздільними двигунами на привід ротора та ходової частини.

За характером приводу дозуючих систем дорожні фрези також поділяються на машини, що мають привід від валу відбору потужності трактора та привід від самостійного двигуна.

По виду приводу ротора та ходової частини дорожні фрези розрізняються на машини з механічним, гідрооб'ємним та змішаним приводом робочого органу та ходових коліс. Дорожні фрези з механічним та гідрооб'ємним приводом характеризуються однорідністю виду трансмісії на привод ротора та ходової частини. Машини, що мають змішаний привід, можуть оснащуватися гідрооб'ємним приводом на робочий орган та механічним – на привід ходової частини та навпаки.

По виду дозуюче-розподільних систем розрізняють дорожні фрези, оснащені системами для дозування та розподілу рідких в'язучих та системами для дозування та розподілу порошкоподібних в'язких, та машини, що мають обидва види систем.

За розташуванням ротора дорожні фрези бувають з консольно розташованим робочим органом, з розташуванням ротора в основі машини і з розташуванням по осі коліс. До робочого органу фрези відносять ротор, кожух, раму ротора та гідросистему підйому робочого органу. Ротор, розташований перпендикулярно до поздовжньої осі машини, є фрезерним барабаном, що складається в загальному вигляді з валу і різців.

У напрямку різання ґрунту дорожні фрези поділяються на оброблювальні масив ґрунту зверху-вниз та знизу-вгору.

Різці, що використовуються у дорожніх фрезах, мають різну конструкцію. Переважно застосовні різці на сучасних АДФ збірні, що складаються з твердосплавного наконечника та корпусу. Наконечник різця міцно впаяний у сталевий корпус, що закріплюється у різцетримачі на фрезерному барабані. Щоб це з'єднання надійно зберігалось навіть при екстремальних навантаженнях, використовується пайка за технологією, що забезпечує високу міцність. Цей дуже важливий параметр якості постійно контролюється протягом усього технологічного процесу. Головка різця повинна витримувати величезні зрізуючі та ударні навантаження. Одночасно протягом усього терміну служби різець повинен міцно сидіти в різцетримачі, не піддаючись при цьому руйнуванню. Зношування різцетримача вирішальним чином залежить від конструкції різця.

Промислові випробування зносостійкості різців дозволили встановити, що термін служби інструменту при ширині 500 мм і глибині 100 мм фрезерування становить близько 5700-6000 м² та недостатній і призводить до необхідності частой (від 2 до 3 тижнів) заміни зношених деталей.

Чим більший зношений різець, тим більший ефективний діаметр його

твердосплавного наконечника, відповідно менша його здатність до заглиблення в асфальтобетон. У результаті, знижується обсяг матеріалу, знятого при фрезеруванні та загалом продуктивність ДФ.

Глибина фрезерування і швидкість машини при цьому, поряд з властивостями матеріалу, що фрезерується, мають найважливіший вплив на продуктивність. Так само істотним фактором є те, що при різних глибинах фрезерування профіль різання стружки сильно змінюється, це прямо впливає на продуктивність і на знос різців і різцетримачів. Найбільшої продуктивності при найменшому зношуванні різців великі фрези досягають при глибині фрезерування від 100 до 150 мм.

Статистична обробка зношених різців на барабанах фрез дозволила виявити, що близько 63% їх піддається рівномірному зношуванню, при якому корпус різця руйнується в міру зносу наконечника (рис.1).



Рисунок 1 – Різці барабанних фрез: а – новий; б-д – зношені

При цьому кількість встановлених різців на одній машині (72 або 150 шт) не впливає на середній результат характеру зношування. Своєчасне відновне зміцнення (якщо наконечник зношений не більше ніж на 20 % - $\Delta L_{\text{нак}} \leq 2,5$ мм) або попереднє наплавлення до початку їх експлуатації дозволить забезпечити баланс термінів служби робочої кромки та корпусу різця. Близько 19% робочих органів зношуються переважно у районі корпусу, що викликає потоншення різців і призводить до випадання наконечника. Слід зазначити, що потоншення різця часом викликає його деформаційне жолоблення.

Список використаних джерел

1. Лукаш В.А. Стосовно обертальності і зносостійкості дорожніх різців / В.А. Лукаш, Л.М. Вировець, О. В. Мельничук // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: Сб. науч. тр. – К.: ИМ ім. В.М. Бакуля НАН України, 2009. – Вип. 12. — С. 529-533.
2. Рубченя А.А. Технология изготовления резцов для дорожных машин / А.А. Рубченя, А.А. Денисик, А.А. Герасименко // Перспективы развития транспортного комплекса. – 2016. – С. 172-177.

УДК 621.791

ЕЛЕКТРОШЛАКОВЕ НАПЛАВЛЕННЯ ПОВЕРХОНЬ ВИРОБІВ КОМПОЗИЦІЙНИМИ ЗНОСОСТІЙКИМИ ДОМІШКАМИ

А. В. ЗАХАРОВ, аспірант

І. М. РИБАЛКО, доктор технічних наук

Державний біотехнологічний університет, м. Харків

E-mail: kafedraTSRP@i.ua

Розроблено спосіб отримання зносостійких композиційних покриттів електрошлаковим наплавленням з використанням струмопідвідного кристалізатора і порошкових дротів, що містять детонаційну шихту від утилізації боєприпасів та бентонітову глину. Вивчено термічні умови формування тонкого шару зносостійкого наплавленого металу і виявлена кінетика переходу в нього мікрочастинок з наповнювача порошкового дроту.

Композиційні сплави, в структуру яких впроваджені наночастинки хімічних сполук, мають високі показники твердості і зносостійкості. Наплавлення таких сплавів на робочі поверхні деталей машин, що працюють в екстремальних умовах абразивного зношування, виконують з використанням покритих і трубчастих електродів, порошкових сумішей, а також флюсів, що містять в своєму складі частинки карбідів і боридів металів. Однак застосовувані для цих матеріалів дугові і газополуменеві способи наплавлення мають низьку технологічність і продуктивність. Більш ефективні механізовані способи електрошлакового наплавлення порошковими дротами, що містять в наповнювачі тугоплавкі тверді компоненти. Цілеспрямовано керувати якістю одержуваного наплавленого металу можна з використанням технології електрошлакового наплавлення в струмопідвідному кристалізаторі, що забезпечує регулювання тепловиділення в шлаку як поблизу металевої ванни, так і в області плавлення наплавлених матеріалів. Це дає можливість при мінімальному і рівномірному проплавленні основного металу створювати умови для гарантованого переходу тугоплавких частинок в наплавлений метал.

Мета роботи полягає в дослідженні процесу формування тонкого шару зносостійкого металу при електрошлаковому наплавленні в горизонтальному положенні з використанням струмопідвідного кристалізатора і порошкових дротів, що містять детонаційну шихту від утилізації боєприпасів та бентонітову глину.

Методика проведення досліджень. Зразки сплавів наплавляли з використанням порошкових дротів, порожнистих графітових електродів і водоохолоджуваного двосекційного струмопідвідного кристалізатора (рис. 1). Графітові електроди, струмопідвідного кристалізатора і виріб включені в мережу електроживлення постійним струмом за двоконтурною схемою [1]. Основні режими наплавлення: швидкість подачі дроту 11,4 см/хв, режим наплавлення струм 1,2-1,5 кА, напруга 32-35 В. Також використовували

робочий флюс АНФ-29 хімічний склад якого наведено в таблиці 1. Дроти діаметром 2,8мм виготовляли зі сталевोї стрічки товщиною 0,3мм. В якості наповнювача порошкової проволоки використовували порошки різного хімічного складу, а також детонаційну шихту та бентонітову глину у кількості 5-7% від маси електроду. З середнім розміром частинок 15мкм. Хімічний аналіз детонаційної шихти від утилізації боєприпасів та бентонітової глини наведено у таблицях 2 і 3.

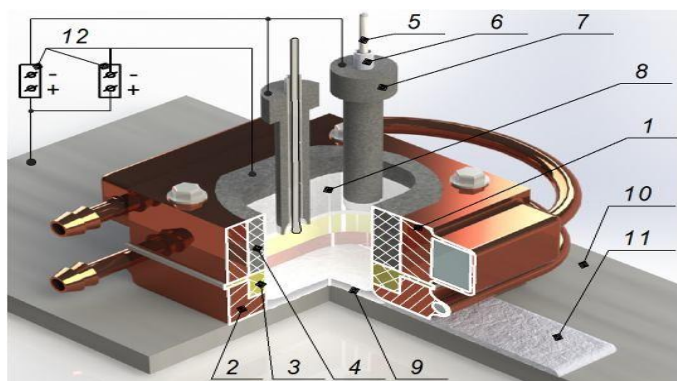


Рисунок 1 – Схема процесу електрошлакового наплавлення: 1, 2 – струмопідвідна і формуюча секції кристалізатора; 3 – керамічний елемент; 4 – графітове футерування; 5 – порошковий дріт; 6 – керамічна трубка; 7 – порожнистий графітовий електрод; 8 – шлакова ванна; 9 – металева ванна; 10 – виріб; 11 – наплавлений метал; 12 – джерело струму

Таблиця 1 – Хімічний склад флюсу

SiO ₂	CaO	MgO	CaF ₂	Al ₂ O ₃	C	Fe ₂ O ₃	S	P
11-15	24-30	2-6	37-45	13-17	Не більше 0,10	Не більше 0,5	Не більше 0,06	Не більше 0,03

Наведення шлакової ванни відбувається в самому кристалізаторі (твердий старт) графітовим електродом Ø20мм. Верхній рівень ванни розташований в нижній частині струмопідвідної секції кристалізатора, що дозволяє робочому струму протікати від струмопідвідної секції через ванну на наплавлювану заготовку, підключену до джерела живлення.

Таблиця 2 – Хімічний склад бентонітової глини

Fe	K	Ca	S	Mg	Si	Al	Na
1,65	0,25	0,15	0,06	0,2	54,88	32,42	0,3

Таблиця 3 – Хімічний склад детонаційної шихти від утилізації боєприпасів

Na	Mg	Al	Si	S	P	Ba	Ca	C
0,005	0,21	0,7	0,25	0,002	0,02	0,36	0,045	0,46
Cl	K	Fe	O	Ti	Cu	Zn	Pb	
0,45	0,013	0,06	2,59	0,07	0,26	0,15	0,29	

Випробування наплавленого металу на абразивне зношування при терті при жорстко закріпленому абразиві потрібно проводити на лабораторній машині. Статичне навантаження на зразок має становити 0,950 МПа. Поверхня тертя представлятиме собою шліфувальний папір із зернистістю абразиву Р100. Коефіцієнт відносної зносостійкості металу визначати як відношення втрати маси експериментального зразка до втрати маси зразка.

Результати досліджень. Експериментально встановлено, що при використанні двоконтурної системи електроживлення кристалізатора і електродів постійним струмом теплова потужність, що виділяється в шлаку при протіканні струму через контур "секція - виріб", дозволяє забезпечити стійке підтримання електрошлакового процесу, а також дає можливість підвищити однорідність температурного поля в нижній частині осьового перетину шлакової ванни, що обумовлює рівномірну глибину проплавлення основного металу і сталість хімічного складу по ширині наплавленого шару. Це досягається при використанні в конструкції струмопідвідного кристалізатора кільцеподібного керамічного елемента, розташованого в проточці, що формує секції, які впливають на розподіл, протікає через шлак з поверхні струмопідвідної секції кристалізатора.

Моделювання топології електричних полів в шлаку, виконана за методикою [2], показало, що така конструкція струмопідвідного кристалізатора дає можливість збільшити тепловиділення в обсязі шлаку, розташованому по периметру металевої ванни, за рахунок 2-3 разового підвищення щільності струму в цій області в порівнянні з іншим обсягом шлакової ванни. Це сприяє підвищенню температури зварювальної ванни і зменшенню поверхневого натягу на міжфазних межах в найбільш важливій периферійній зоні зварювальної ванни, де підвищена швидкість тепловідведення в кристалізатор. При цьому теплова потужність, що виділяється в приелектродних областях шлакової ванни, витрачається переважно на плавлення електронейтральних присадних дротів. Утворені при спільному електромагнітному впливі від струмопідвідної секції кристалізатора і електродів циркуляційні потоки в шлаковій ванні сприяють її перемішуванню і зниженню температурних градієнтів. Завдяки цьому забезпечується якісне формування тонких (від 2,5мм) і широких (від 50мм) шарів з металевих сплавів при відносно невеликому (до 15-20%) проплавленні основного металу.

Регулювання величини струму, що протікає через електрод, дозволяє в широких межах змінювати температуру шлаку в цих зонах, що дає можливість створити оптимальні теплові умови для плавлення дротів і зменшити інтенсивність розчинення наночастинок, що містяться в їх наповнювачі.

Висновки. Використання при електрошлаковому наплавленні двоконтурної схеми електроживлення струмопідвідного кристалізатора і порожнистих графітових електродів постійним струмом, а також електронейтрального порошкового дроту з додаванням детонаційної шихти від утилізації боєприпасів та бентонітової глини в складі наповнювача забезпечує бездефектне формування на горизонтальній поверхні тонкого шару наплавленого металевих сплаву, що володіє підвищеною стійкістю до абразивного зношування.

Список використаних джерел

1. Электрошлаковая наплавка торцевых поверхностей изделий с использованием двухконтурной схемы питания шлаковой ванны / И.В. Зорин,

Г.Н. Соколов, А.А. Артемьев, В.И. Лысак // Автоматическая сварка. – 2008. – №1. – С. 12-16.

2. Формирование высокотемпературных областей в шлаке при электрошлаковой наплавке / И.В. Зорин, Г.Н. Соколов, А.А. Артемьев, В.И. Лысак // Сварка и диагностика. – 2009. – №3. – С. 39-43.

УДК 004.4.681.5

**РОЗРОБКА ANDROID ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ
ТАБЛИЧНОГО ПРЕДСТАВЛЕННЯ З МЕТОЮ СПРОЩЕННЯ РОБОТИ
З ТАБЛИЦЯМИ НА СМАРТФОНАХ ЧИ ПРИСТРОЯХ
З НИЗЬКОЮ РОЗДІЛЬНОЮ ЗДАТНІСТЮ**

П. М. МАЛЬЧЕНКО, магістр,
Чорноморський національний університет імені Петра Могили,
Г. О. ІВАНОВ, канд. техн., наук, доцент,
Миколаївський національний аграрний університет.

Питання про проведення курсів, огляд робіт та онлайн-оцінювання стало центральним питанням в освітньому секторі минулого року. Якщо вже існує велика кількість навчальних програмних продуктів, які повністю відповідають потребам завантаження та вивантаження даних, то виникають труднощі при перегляді та виставленні оцінок.

Саме для цього створюються різноманітні навчальні програми та лабораторії, унікальні програмні продукти та безпосередньо сайти, а також мобільні застосунки на базі університетів.

У випадку, коли потрібно скористатися такими електронними журналами з мобільного пристрою, виникають труднощі, що зумовлені особливостями навігації у смартфонах.

Застосунок повинен перетворити табличне подання журналу в подання, оптимізоване для мобільних пристроїв, беручи до уваги розмір екрану та можливість пристрою обчислювати за одиницю часу.

Для досягнення мети потрібно вирішити наступні задачі: дослідження та аналіз сучасного стану електронних журналів, у тому числі, що використовуються на мобільних пристроях; аналіз варіантів переведення табличних представлень у зручні для маніпуляції на мобільному пристрої; створення та налаштування електронного журналу; дослідження впливу різних параметрів застосунку на результат.

Робота із журналами відвідування та оцінок найчастіше включає в себе роботу з таблицями. Більшість систем націлена на роботу на ПК, а тому для реалізації використовуються сайти, які мають високу продуктивність і зручний користувацький інтерфейс. Проблеми виникають у випадку використання цих

же сайтів зі смартфонів, адже адаптивність не впливає на зручність, у цій ситуації, адже комірок багато, а екран маленький, тому навігація є складною, що часто призводить до механічних помилок.

Цільовою групою такої заявки можуть бути школи чи університети, які не задоволені роботою існуючих систем. Проаналізувавши роботу подібних систем, ми прийшли до висновку, що вони погано підходять для роботи зі смартфонами, оскільки розмір екрану мобільних пристроїв і сама навігація незручні для безпосередньої роботи з таблицями, часто складаються з журналів успішності та відвідуваності.

Операційна система Android представляє собою потужний механізм для використання застосунків на різних пристроях, а найкраще себе представляє при використанні на смартфоні чи планшетах. Близько 80% усіх мобільних девайсів у світі використовують цю операційну систему через ряд переваг над іншими. Це і стало визначальним для вибору цільової ОС для створення застосунку.

Розбиття таблиць на частини, що винесені у різні activity дозволить також зменшити навантаження на пристрій під час роботи з великими об'ємами даних як, наприклад, в кінці семестру, під час підбивання підсумків.

Застосунком будуть користуватися як викладачі, так і студенти, а, отже, найбільш логічним буде розподіл функціоналу на дві частини: викладацька та студентська. Функціонал також буде відрізнятися: у студентів доступ до інформації лише у форматі читання, тому інтерфейс обох частин відрізнятиметься і кольоровою палітрою. Після авторизації починається робота безпосередньо з таблицями. В залежності від користувача, наповнення активностей виглядають по-різному.

Створення шаблонів дозволяє працювати з різними наборами даних однаково, що значно полегшує процес роботи із застосунком взагалі. Звичайно, дані мають обиратися одного типу. Тому, для кожного представлення треба створити шаблони, які будуть наповнюватися даними з бази. Для зручного користування застосунком було обрано елемент RecyclerView, що призначений покращити продуктивність, у порівнянні зі стандартним ListView.

Наш підхід дозволяє використовувати ті самі бази даних, що і для сайтів, утім перетворювати користувацький інтерфейс на такий, що буде зручним для використання з мобільних пристроїв завдяки виокремленню певних логічних частин і виведення саме їх на екран пристрою, що унеможливить встановлення хибних значень. Застосунок підкреслює недоліки подібних систем і має на меті їх усунути, зберігаючи всі переваги.

Основною задачею розробки застосунку є використання електронного журналу замість паперового носія. Тому всю увагу при розробці зосереджено на створенні потужного та швидкого застосунку з розподіленим функціоналом, що спростить навігацію та збільшить продуктивність.

Технологія розробки зумовлена, в першу чергу, саме цільовою ОС. При розробці нативного застосунку схема розподілу даних користувацького інтерфейсу та керуючої логіки відходить від звичайного Model-View-Controller,

оскільки передбачено можливість впливу на інтерфейс прямо з коду. Тому усі етапи розробки виконуються відповідно до норм розробки за стосунків для ОС Android.

Розбиття таблиць на складові елементи та їх виведення на екран поступово дозволяє скоротити об'єм інформації, яким потрібно оперувати, що створює умови повного контролю над роботою без потреби у постійному масштабуванні екрану та механічному переміщенні по робочій області, що значно зменшує шанси на випадкові помилки.

У зв'язку з вищесказаним, стає очевидним, що при виконанні однотипної роботи, зручність користувацького інтерфейсу є надзвичайно важливою, оскільки має сильний вплив на кількість помилок при виконанні роботи. Тому використання застосунку що перетворює табличне подання журналу в подання, оптимізоване для мобільних пристроїв є доцільним для оптимізації роботи викладача та її полегшення, у зв'язку з використанням смартфонів.

Список використаних джерел

1. Мальченко П.О. Створення зручного застосунку для проведення контролю успішності учнів для шкіл, та вирішення деяких проблем з уже існуючими системами для університетів / П.О. Мальченко, М.Л. Дворецький, Г.О. Іванов // Перспективна техніка і технології – 2021 : матеріали XVII-ї Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 21-23 вересня 2021 р., м. Миколаїв, Миколаївський національний аграрний університет. – Миколаїв : МНАУ, Том 1. 2021. – С. 5–10.

УДК378.141.311.312

ВИКОРИСТАННЯ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ ТА СИСТЕМ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ РІВНЯ ЗАБОРГОВАНOSTІ СТУДЕНТІВ

П. М. МАЛЬЧЕНКО, слухач магістри,
Чорноморський національний університет імені Петра Могили,
Г. О. ІВАНОВ, канд. техн., наук, доцент,
Миколаївський національний аграрний університет.

Кількість студентів, що відраховуються з вищих навчальних закладів кожного року не знижується, а тому виникає логічне питання: як це змінити. Для цього потрібно розібратися в основних причинах і визначити, які з них можуть бути вирішені ще до початку сесійного контролю.

Опитування показало, що існують такі основні причини заборгованості:

- небажання навчатись;
- проблеми зі здоров'ям;

- конфлікти з викладачами;
- недостатня увага до певної дисципліни.

Переглянувши їх, можна сказати, що половину з них можна намагатися вирішити безпосередньо самому студенту, а отже, саме ці причини потрібно ліквідувати. Звідси випливає мета – допомогти студенту правильно прийняти рішення для зниження рівня заборгованості.

Для вирішення поставленої задачі було прийнято рішення про створення мобільного застосунку, що на основі статистичної моделі надаватиме можливе рішення для зменшення кількості боргів. Застосунок, на основі даних про успішність усіх студентів групи, створюватиме статистичну модель для виявлення найкращих варіантів для успішного завершення вивчення дисципліни, та, на основі встановлених шаблонів, прийматиме рішення, яке може бути використане студентами.

В результаті опитування було визначено, що багато студентів, які мають проблеми з вивченнями декількох дисциплін, обирають по одній з них для розв'язання проблем. У разі неправильного вибору на першому етапі – студент може отримати заборгованість і по іншим дисциплінам, а тому важливо правильно обрати шлях.

На основі визначених, у результаті опитування, аспектів було встановлено як комплексні дисципліни можуть затримувати студента довго на одному місці, що впливає на емоційний стан, що призводить до загального зниження продуктивності. Але ж будь-яка система не жива і не може визначити яка дисципліна є важкою чи комплексною, а яка ні. Тому цим займатиметься статистична модель, оскільки оцінки усіх студентів показуватимуть поріг входження. Інші аспекти основуватимуться на різниці успішності вибраного студента та інших і на основі цих даних система прийняття рішень враховуватиме які з дисциплін є найбільш вдалим для докладення зусиль.

Загальна суть застосунку полягає в тому, що студенти, які з певних причин мають малу кількість балів, і, з великою вірогідністю, отримують борги, мали можливість зменшити кількість боргів, шляхом статистичних досліджень, що пропонують чергу з дисциплін, які можна успішно завершити з більшим шансом. Звичайно, цей функціонал не вирішує проблему за студента і не надає стовідсотково справедливую інформацію для кожного студента, оскільки враховує лише статистичні відомості, а не вміння і досвід студента, але все ж, може бути корисним для виставлення власних пріоритетів.

Так, перший аспект показує як багато балів ще потрібно набрати студентові для завершення дисципліни. Другий визначає як багато балів змогли набрати інші студенти і чи далеко вибраний студент до середнього значення. Таким чином можна визначити чи взагалі варто звертати увагу на цю дисципліну увагу, особливо, за тиждень до завершення семестру, якщо середній результат у групі досить низький, і навпаки, якщо середній результат високий, то ця дисципліна має вищий пріоритет. Третій аспект показує наскільки важко в середньому набрати мінімальну кількість балів. Четвертий, в свою чергу,

показує вже результат для крайніх мір з урахуванням фінального іспиту чи заліку.

Операційна система Android представляє собою потужний механізм для використання застосунків на різних пристроях, а найкраще себе представляє при використанні на смартфонах чи планшетах. Близько 80% усіх мобільних девайсів у світі використовують цю операційну систему через ряд переваг над іншими. Це і стало визначальним для вибору цільової ОС для створення застосунку. Інтерфейс застосунку буде інтуїтивно зрозумілим і поділений на дві основні частини: статистичні дані та, власне, самі запропоновані рішення.

Функціонал верхньої частини активності інтуїтивно зрозумілий і служить лише відображенням чисельної інформації з БД. В той же час, нижня частина, що має в собі рекомендації до закриття дисциплін, базується на різних формулах та представляє собою нормалізовані вибірки, що впорядковані від найбільшого значення.

У зв'язку з вищесказаним, можна зробити висновок, що вплив зовнішніх факторів на навчання відмінити повністю неможливо, а от зменшити їх вплив – так. Для цього слід використати систему, що допоможе студенту обрати правильний шлях для вирішення проблеми і тим самим допоможе зберегти рівень продуктивності.

Список використаних джерел

1. Мальченко П.О. Застосування інформаційних технологій в освіті / П.О. Мальченко, М.Л. Дворецький, Г.О. Іванов // Перспективна техніка і технології – 2021 : матеріали XVII-ї Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 21-23 вересня 2021 р., м. Миколаїв, Миколаївський національний аграрний університет. – Миколаїв : МНАУ, Том 1. 2021. – С. 10–12.

УДК 633.521:631.358:62-192

ПРО ОДИНИЧНІ ПОКАЗНИКИ НАДІЙНОСТІ ЛЬОНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

А. С. ЛІМОНТ, кандидат технічних наук, доцент
Житомирський агротехнічний коледж
E-mail: andrespartak@ukr.net

За державним стандартом України ДСТУ 2860-94 [1] надійність – це комплексна властивість машин, яку оцінюють, наприклад, безвідмовністю і ремонтпридатністю. У свою чергу безвідмовність визначають ймовірністю безвідмовної роботи, частотою відмов і середнім наробітком на відмову. Таке стосується і технологічних відмов, що характеризують технологічну надійність

відповідних машин. Питанням оцінювання технологічної надійності машин займалося значне число науковців і в тому числі автори підручників і навчальних посібників з експлуатації машинно-тракторного парку, машиновикористання в аграрному виробництві та технічного забезпечення використання засобів механізації в рослинництві і тваринництві та переробних галузях. Такі питання опрацьовували Ю.К. Кіртбая, Б.О. Лінтварьов, В.С. Крамаров, Б.С. Свірщевський, В.М. Міхлін і його співавтори, Ю.В. Будько зі своїми співавторами, М.М. Сєверньов і його послідовники, Л.В. Погорілий, В.Й. Фортуна, М.М. Шаров, С.А. Іофінов, М.Е. Фере, О.О. Мухін, С.М. Хробостов, Х.Г. Барам, Г.В. Веденяпін і його співавтори, М.К. Діденко, В.Ю. Ільченко і його співавтори та ін.

Автор цього повідомлення досліджував технологічну надійність льонозбиральних комбайнів (ЛЗК) [2] і зокрема наробіток на технологічні відмови ЛЗК і тривалість їх усунення впродовж зміни використання комбайнів, частку тривалості усунення технологічних відмов ЛЗК в структурі часу зміни, частковий коефіцієнт використання часу зміни, що враховує простой ЛЗК через усунення їх технологічних відмов, число технологічних відмов ЛЗК за годину змінного часу та коефіцієнт технологічної надійності ЛЗК. З'ясовано, що емпіричні розподіли наробітку на технологічну відмову і тривалості їх усунення за хі-квадрат критерієм Пірсона з ймовірністю 0,999 узгоджуються з експоненціальним законом [3].

Крім перерахованих показників технологічної надійності той же державний стандарт України рекомендує при оцінюванні надійності відповідних об'єктів використовувати і окремі одиничні показники, що характеризують особливості функціонування об'єктів і здатність виконувати потрібні функції в заданих режимах та умовах використання. Стосовно ЛЗК до одиничних показників надійності на нашу думку слід віднести пропускну спроможність очісувального апарата комбайна, яку оцінюють енергетичними властивостями і показниками якості роботи. Деякі з цих питань висвітлені у праці [4].

До одиничних показників надійності ЛЗК варто віднести розтягнутість стебел в розстелених стрічках соломи і кутову орієнтацію очісаних рослин в них. Розтягнутість стебел, які попадають в зону очісування, викликає підвищення недоочісування насінневих коробочок і відповідно збільшення втрат насіння (рис. 1) та відходу стебел в плутанину.

Модельні лінії прямолінійної регресії втрат насіння від недоочісування $B_{\text{нн}}$ (%) на розтягнутість стрічок p_c (раз) з урахуванням висоти брання льону-довгунця комбайном мають вигляд:

$$\text{на висоті брання 200 мм } B_{\text{нн}} = 16,368 p_c - 18,371 \quad \text{при } R^2 = 0,317 ; \quad (1)$$

$$\text{на висоті брання 265 мм } B_{\text{нн}} = 28,167 p_c - 33,042 \quad \text{при } R^2 = 0,688 ; \quad (2)$$

$$\text{на висоті брання 330 мм } B_{\text{нн}} = 30,897 p_c - 33,289 \quad \text{при } R^2 = 0,859 . \quad (3)$$

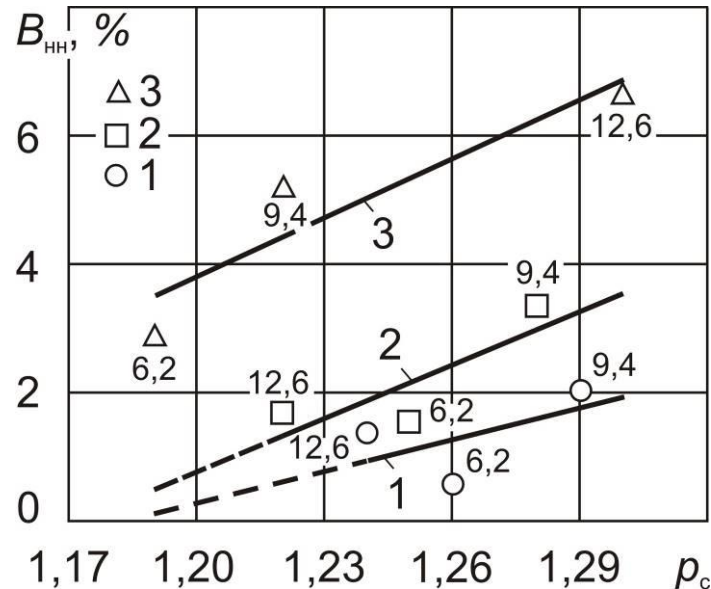


Рис. 1. Вплив розтягнутості стрічки p_c розстеленої соломі на втрати насіння $B_{нн}$ від недоочісування стебел (цифрами біля відповідних позначень вказана швидкість руху агрегату в км/год, на якій здійснені вимірювання): 1 – висота брання 200 мм; 2 – те ж 265 мм; 3 – висота брання 330 мм)

За кутовими коефіцієнтами наведених рівнянь з підвищенням висоти брання втрати насіння від недоочісування зростають.

Розтягнутість стебел зменшує відстань між розстеленими стрічками і спричинює погіршення формування рулонів трести прес-підбирачами, а сформовані рулони мають дещо більшу висоту (ширину) і при їх навантажуванні та транспортуванні пошкоджуються верхівка і гузирева частини стебел, що не сприяє збільшенню виходу волокна і підвищенню його якості. Перекіс стебел в стрічці і їх перехрещування ускладнює або унеможливорює використання засобів механізації на підніманні і підбиранні та збиранні льонотрести. Перекошування і перехрещування стебел в стрічці, як одиничні показники надійності робочого процесу ЛКЗ, висвітлені раніше [5].

Чистота очісування стебел та їх відхід в плутанину, які визначають і оцінюють якість робочого процесу ЛЗК, також виступають як одиничні показники надійності цих машин. Кількісні ознаки цих показників, крім іншого, залежать від регулювань очісувального барабана і затискного конвеєра та регулювань подільників, бральних пасів і поперечного транспортера. Регулювання перерахованих складових ЛКЗ зумовлені і визначаються морфологічними ознаками стебел льону-довгунця та їх мінливістю [6]. Висота і діаметр стебел, довжина суцвіття, число насінневих коробочок на стеблі, маса стебла і насіння на ньому, коробочність стеблостою та мінливість цих ознак за значеннями середніх квадратичних відхилень і коефіцієнтів варіації залежать від густоти стеблостою [7].

Список літературних джерел

1. Надійність техніки. Терміни та визначення: ДСТУ 2860–94. – [Чинний від 1996–01–01]. – Київ: Держстандарт України, 1995. 92 с.
2. Лімонт А.С. Характеристики технологічної надійності льонозбиральних комбайнів як фактори їх продуктивності. *Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів*: наук. журн. / засн.: Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. Петра Василенка. Харків, 2020. № 22. С. 64–75.
3. Шейченко В.А., Лімонт А.С. Прогнозирование производительности и технологическая надежность льноуборочных комбайнов. *Машинно-технологическая модернизация льняного агропромышленного комплекса на инновационной основе: науч. труды Всероссийского научно-исследовательского института механизации льноводства (ВНИИМЛ)*. Тверь: Твер. гос. ун-т. 2014. С. 67–74.
4. Лімонт А.С. Елементи технологізації завантаження рослинами очісувального апарата льонозбирального комбайна. *Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів*: наук. журн. / засн.: Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. Петра Василенка. Харків, 2017. № 8. С. 97–106.
5. Лімонт А. Режими використання комбайнів і якість розстеленої стрічки соломи льону-довгунця. *Техніка і технології АПК*. 2011. № 11 (26). С. 16–19.
6. Limont A.S. Morphological indices of fiber flax stalks and machines for its harvesting *European Applied Sciences. Europäische Fachhochschule*: 2015. No 1. P. 79–84.
7. Лімонт А. Техніко-технологічні основи передзбиральної густоти стеблостою льону-довгунця і готування рошенцевої льонотрести. *Техніка і технологія АПК*. 2015. № 9 (72). С. 25–30.

УДК 621.705

ПЕРСПЕКТИВНІ МЕТОДИ ВІДНОВЛЕННЯ І ЗМІЦНЕННЯ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

С. М. ГЕРУК, к.т.н., доц., с.н.с.

Житомирський агротехнічний фаховий коледж, м.Житомир

Якість та економічна доцільність проведення ремонтно-відновлювальних робіт має велике значення у промисловому та сільськогосподарському виробництві.

Сучасна методика здійснення подібних відновлювальних робіт включає такі найбільш поширені технології:

- Зварювання та наплавлення;
- Гальванізація та металізація;
- Компресійно-пластичний;
- Склеювання пластмасами;
- Нанесення полімерних матеріалів на зношені поверхні.

Вибір способу відновлення деталі залежить від конкретних умов її експлуатації, виду та технічних характеристик матеріалу, а також економічної доцільності.

В Україні особливо гостро стоїть проблема підвищення ресурсу робочих органів ґрунтообробної техніки, так як жоден з запропонованих в даний час методів не вирішує цю задачу на необхідному рівні, що призводить до величезних фінансових і трудових втрат в сфері виробництва і експлуатації с-г техніки. Тому запропоновано ряд нових технологій відновлення та поверхневого зміцнення.

На практиці для зміцнення використовуються наплавочні процеси плазмою, СВЧ і електродуговим наплавленням порошковими дротами типу ППАН103 т ін. В Росії, Європі та США використовуються порошки твердих сплавів ПТС-УС-25 ФБх6-2, і навіть порошкові тверді сплави, що містять карбід хрому, борид хрому, карбід бору і карбід вольфраму. Але такі порошки дорогі, піднімають ціну наплавлених ними деталей (1-1,3мм товщина шару) на 20%.

На основі термодинамічних розрахунків встановлено, що використання сумішей на основі оксиду бору є найбільш ефективним для порошкового бороалітування:

- використання сумішей на основі оксиду бору і аморфного бору призводять до формування повного переліку боридів і алюмінідів;
- кількість утворених в процесі бороалітування термостійких сполук найменша в суміші на основі оксиду бору.

Зносостійкість деталей ґрунтообробної сільськогосподарської техніки вітчизняного виробництва через низьку твердість 45 - 48 HRC після термообробки, наприклад дисків борін зі Ст.65Г, не забезпечує їх достатній ресурс. Об'ємне гартування або ТВЧ не забезпечують самозагострювання леза деталей.

Останнім часом все більшого розвитку і застосування набувають методи і способи іонного азотування, які дозволяють не тільки позбутися від недоліків традиційних методів (газове, в киплячому шарі, в рідких середовищах), але і отримати наступні переваги: можливість регулювання параметрів обробки в широкому інтервалі режимів і за рахунок цього - структури, фазового складу, твердості, зносостійкості, шорсткості; високу швидкість насичення; отримання дифузійних шарів заданого фазового складу і будови; високий клас чистоти поверхні; велику економічність процесу за рахунок значного скорочення загального часу обробки; підвищення коефіцієнта використання електроенергії; скорочення витрат насичення газів; процес не токсичний і відповідає вимогам щодо захисту навколишнього середовища.

Причиною підвищеної уваги до проблеми високотемпературного азотування і світлого гартування є унікальні властивості поверхні виробу, який формується в результаті обробки: висока твердість на поверхні, що не змінюється при нагріванні до 500-600 ° С, висока зносостійкість, низька схильність до задирів, високий межа витривалості і висока кавітаційна стійкість.

Високотемпературному азотуванню конструкційних і інструментальних матеріалів в літературі приділяється велика увага, проте не всі аспекти такого зміцнення вивчені досить повно. Вельми мало відомостей про структуру і властивості конструкційних і інструментальних сталей, які пройшли високотемпературне іонне азотування, в тому числі поєднане зі світлим загартуванням, причому експериментальні дані недостатньо систематизовані і часто досить суперечливі.

Значне скорочення (в 2-3 рази) загального часу процесу досягається при азотуванні в тліючому розряді (іонному азотуванню). Азотування в тліючому розряді проводять в розрідженій азотомісткій атмосфері (NH₃ або Ng) при підключенні оброблюваних деталей до негативного електроду (катода). Анодом є контейнер установки, при обробці деталей складної конфігурації застосовують спеціальні профільовані аноди. Між катодом (деталлю) і анодом збуджується тліючий розряд і іони газу, бомбардуючи поверхню катода, нагрівають її до температури насичення. Процес іонного азотування реалізується в дві стадії перша - очищення поверхні катода розпиленням, друга - власне насичення.

Використання високотемпературних умов створюваних електричною дугою і графітовими електродами для термодисоціації бороміських речовин і термодифузії вільних елементів з утворенням боридів FeB і FeB₂ і карбонітридним включень Fe₂ (N, C) і Fe₃ (N, C) і також корунду Al₂O₃, що забезпечують високу твердість зміцнених поверхонь деталей.

Наплавлення є найпоширенішим способом відновлення деталей. Його широке застосування пояснюється високими техніко-економічними показниками. Наплавленням можна наростити шар практично будь-якої товщини, різного хімічного складу і фізико-механічних властивостей. Отже, можливості наплавлення ще більше розширюються із застосуванням різних методів зміцнення. Основними різновидами способу наплавлення, що знайшли широке застосування в практиці відновлення деталей, є: електродугове, електроконтактне, вібродугове, газове, плазмове, електроерозійне та ін.

Перспективним методом зміцнення, що дозволяє значно підвищити зносостійкість робочих поверхонь деталей технологічних машин різного призначення, є їх карбовібродугове зміцнення (КВДЗ) з використанням вугільного електроду і металокерамічних паст.

Цей метод не вимагає високих витрат на матеріали і обладнання, що робить його найбільш привабливим для впровадження.

Суть методу КВДЗ полягає в наступному. Спочатку на зміцнюючу поверхню наноситься паста, яка висушується до твердіння. Потім між

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

Застосування синтетичних смол, пластмас та інших композитних матеріалів для склеювання металевих елементів машин та механізмів, а також для нарощування зношеної поверхні гумових та інших еластичних конструкцій є найбільш перспективною та економічно ефективною методикою ремонту обладнання різного класу та призначення.

Подібна технологія відновлення деталей дає можливість уникнути застосування додаткового інструменту та допоміжних металовиробів, що обтяжують конструкцію, а також підвищити захист від ерозійних процесів. Крім того, невисока вартість полімерних матеріалів та простота у використанні дозволяє значно знизити ремонтні витрати майстерні.

Довговічні та зносостійкі еластомери виробляються на основі двокомпонентного складу, який наноситься за допомогою будь-якого доступного інструменту та має високу адгезійну здатність при покритті ним практично будь-яких матеріалів.

Наноситься матеріал як простим покриттям, так і у вигляді ін'єкції при частковому руйнуванні та утворенні раковин, сколів та тріщин.

Відмінною особливістю еластомерів є підвищена зносостійкість, механічна міцність, еластичність та опір задиркам.

Завдяки цьому ця продукція набула широкого поширення при ремонті насосів, діафрагм, приводних муфт, амортизаторів, направляючих підшипників, прокладок, транспортних стрічок та корпусних фільтрів.

УДК 622

ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕЯКИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МОТОРНИХ ОЛИВ

Д. О. МАКАРЕНКО, к.т.н., доц.,

М. М. ІВАШКОВИЧ, П. М. ГАЛЬЧАНСЬКИЙ

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро

E-mail: flymakd@gmail.com

Кожен виробник мастильних матеріалів, для двигунів внутрішнього згорання, позиціонує свою продукцію, як еталон, яка дозволяє найкраще захистити трибоспряження від інтенсивного зношування та підвищити їх довговічність. Але вартість мастильних матеріалів одного класу може варіюватися в широкому діапазоні. Наприклад, для напівсинтетичних моторних олив об'ємом 4 л вартість становить від 350 грн. до 900 грн. Тому, для визначення реальної ефективності мастила необхідно виконувати дослідження його властивостей тільки за допомогою спеціального обладнання та устаткування.

Для дослідження деяких властивостей напівсинтетичних моторних олив обрано продукцію двох виробників «ZIC» та «XADO» (свідомо не вказано точні назви олив). Стендові випробування проведено за схемою тертя «диск-колодка» відповідно до стандартних методик.

Встановлено, що момент тертя при використанні різних моторних олив за прийнятих режимів тертя трибоспряження (тиск – 7 МПа, лінійна швидкість ковзання – 1,5 м/с) відрізняється незначно. При цьому, слід зазначити, що при мащенні моторною оливою «XADO» зафіксовано кращу стабільність моменту тертя, у порівнянні з роботою в середовищі оливи «ZIC». Визначено, що інтенсивність лінійного зносу при використанні оливи «XADO» зменшується на 17,7 % у порівнянні з іншою досліджуваною оливою. Дослідженнями зафіксовано декілька незначних стрибків (підвищень) температури в зоні тертя при мащенні мастилом «ZIC». Зафіксована динаміка підвищення температури – поступова, для обох мастильних матеріалів, максимальне значення температури в зоні тертя становило – 84,5 °C для «ZIC», та 90,0 °C – для «XADO».

Металографічними дослідженнями поверхні «диску» при мащенні моторною оливою «XADO» зафіксовано незначні накопичення частинок в борознах та на їх периферіях. Це можна пояснити присутністю у складі мастила ревіталізанту, що призначений для заповнення мікронерівностей поверхонь. Аналогічний ефект зафіксовано й на поверхні тертя типу «колодка».

На основі наведених результатів, можна зробити висновок, щодо ефективності використання оливи «XADO» для зменшення інтенсивності зношування трибоспряжень. Інтерпретація одержаних результатів є власною думкою авторів.

УДК 620.179.112

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ СИЛКАТО-ФУЛЕРЕНОВИХ СКЛАДІВ «МЕГАФОРС» ДЛЯ ПОВЕРХОНЬ ТЕРТЯ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

О. Д. ДЕРКАЧ, к.т.н., доцент, **О. С. КАБАТ**, д.т.н., доцент,
Б. Г. ХАРЧЕНКО, к.т.н., доцент, **Г. Я. МІЩЕНКО**

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро
E-mail: boris.bgh.dnepr@gmail.com

Підвищення надійності технічних систем є однією з важливих задач технічного забезпечення агропромислового комплексу України. Надійність машин багато в чому обумовлена явищами тертя та зношування. Тертя викликає втрати енергії, перегрів механізмів, підвищення втрат пального. Зношування призводить до зміни розмірів деталей та інших геометричних параметрів, що є причиною порушення герметичності, зниження точності взаємного розташування поверхонь деталей.

В багатьох агрегатах автотракторної та сільськогосподарської техніки застосовують різноманітні мастильні матеріали, основне призначення яких зниження витрат енергії на подання тертя.

Безрозбірне відновлення деталей є актуальним завданням, здатним скоротити витрати на технічне обслуговування та ремонт, тому може бути ефективним в технічному сервісі машин. Одним із способів безрозбірного відновлення деталей є застосування силкато-фулеренових композицій, виготовлення яких стало можливим завдяки досягненням нанотехнологій.

У Дніпровському державному аграрно-економічному університеті проведені експериментальні дослідження трибологічних властивостей силкато-фулеренових складов для поверхонь тертя «МЕГАФОРС».

В результаті дослідження встановлено, що використання силкато-фулеренових складів «МЕГАФОРС» призводить до зниження коефіцієнта тертя у 1,5-2 рази. Температурні режими були практично однаковими для всіх досліджуваних складів і знаходилися в межах 84...92 °С. Абсолютні значення температури вказують на сталий і «спокійний» режим тертя трибоспряжень.

В процесі тертя активно беруть участь нашарування складових, що входять до складу композицій. Мікрофотографії поверхонь тертя мають практично ідентичний стан і не мають кардинальних відмінностей. На всіх поверхнях спостерігається створення покриття, яке сприяє зміні характеру тертя та зношування.

Мікротвердість поверхонь корелює зі значенням вагового зносу пари тертя «сталь-сталь» при фрикційній взаємодії у досліджуваних композиціях. При цьому збільшення мікротвердості є наслідком створення покриття на поверхні тертя, яке є більш твердим, ніж вихідна сталева поверхня.

УДК 631.3:005.584.1

ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ ЗАСОБІВ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ І РОЗДАВАННЯ КОРМІВ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ПО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЇХ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ

А. В. НОВИЦЬКИЙ, кандидат технічних наук, доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: novytskyu@nubip.edu.ua

Сучасні засоби для приготування і роздавання кормів (ЗПРК), які використовують для кормоприготування в тваринництві, багатофункціональні, їх виготовляють понад двадцять фірм світу. Найширше представлені машини: компанії «Siloking» (Німеччина), «Kuhn» (Франція), «Trioliet» (Нідерланди), фірми «Strautmann» (Німеччина), «Seko» (Італія), «DeLaval» (Швеція), компанії «Брацлав» (Україна), ТОВ «Демі-мікс-Україна» (Україна) [5, 10].

Як показують дослідження, напрями забезпечення надійності ЗПРК світовими та вітчизняними виробниками в сучасних умовах здійснюється за наступними напрямками [1, 2, 3, 4]: випуск багатофункціональних машин; покращення конструктивно-технологічних властивостей для забезпечення зоотехнічних вимог; оцінка технічного рівня; підвищення довговічності робочих органів; розширення можливостей електроніки в контролі технічного стану та управлінні технологічними процесами машин.

Оцінку технічного рівня ЗПРК можна проводити відповідно до загально прийнятих в інженерній практиці вимог [5, 6, 11, 12].

В процесі експлуатації ЗПРК виникають відмови, причиною яких вплив різного виду пошкоджень. Відмови виникають під впливом руйнівних процесів таких, як зношування, пластичне деформування, втомлюваність, старіння, в результаті яких змінюється форма, розміри та фізико-механічні властивості деталей, виникають несправності та відмови вузлів, агрегатів і ЗПРК в цілому.

Незважаючи на посилену увагу до зазначеного питання, в науковій літературі недостатньо інформації про характерні відмови ЗПРК іноземного та вітчизняного виробництва, а в нормативних документах на експлуатацію зазначених машин мало представлено матеріалів щодо основних несправностей та способів їх усунення, критеріїв граничного стану робочих органів машин.

Виходячи із зазначеного нами представлено узагальнення інформації про основні причини втрати працездатності ЗПРК з досвіду використання та керівних матеріалів на використання [7, 8, 9].

Так, для ножів та протирізів, шнеків механізму подрібнення-змішування (МПЗ) кормозмішувача «DeLaval» є зношування в результаті їх взаємодії з кормами під час змішування. Зношуються різальні та протирізальні пластини, ножі, шнеки, шестерні та підшипники редукторів та механізмів приводу, заслінок та механізмів навантажування.

Згідно рекомендацій заводів-виробників [3], для ЗПРК з горизонтально встановленими шнеками, зазор між ножами і протирізами, між ножами і рейками МПЗ не повинні перевищувати 1мм. Граничним є збільшення зазорів між вказаними робочими органами понад 2мм. Часто дефектами ЗПРК можуть бути тріщини та пробоїни в корпусах редукторів, причиною яких є перевантаження. Зафіксовані випадки погіршення роботи шнеків у результаті зношування підшипників. Найбільш кількість відмов трансмісійних ланцюгів пов'язана зі зміною їх натягування, яка призводить до збільшення люфту і порушення роботи механізму приводу. Основні причини – це зношування ланцюгів та зношування ексцентричних пластикових втулок. Натяг ланцюгів в межах від 1мм до 15мм змінюють повертанням ексцентрикових пластикових втулок. Граничним є збільшення люфту до 30мм.

Характерною причиною відривання витків шнеків та тріщин зварних швів лопаток мішалок може бути попадання в бункер, в зону роботи змішувальних шнеків МПЗ разом з компонентами кормів сторонніх предметів. Щодо зношування лопатей мішалок, то зменшення їх товщини понад 2 мм, вказує на необхідність їх заміни або ж відновлення. Іншою причиною руйнування шнеків є граничне, понад допустиме заповнення бункера компонентами кормів.

Більшість відмов механізму вивантаження (МВ) пов'язані з порушенням натягу стрічки транспортера. Видовження ланцюгів створює неправильне положення його ланок на зубах зірочок, і є причиною швидкого зношування зірочок і ланок самого ланцюга. В ланцюгових передачах приводу в результаті зношування спряжених деталей збільшується крок ланцюга, що призводить до його збільшення та переходу в граничний стан.

Відмови, що були зафіксовані в процесі експлуатації і є характерними для більшості механізмів ЗПРК пов'язані з порушенням герметичності ущільнень, попаданням абразивних частинок та рідин до посадочних місць валів та корпусних деталей під підшипник. Саме зазначені відмови найчастіше є причиною руйнування деталей редуктора та механізму приводу заслінки. Під час дослідження надійності деталей та робочих органів ЗПРК, були зафіксовані випадки руйнування гідравлічних рукавів високого тиску та ущільнювальних манжет в результаті старіння та їх аварійного руйнування.

Відомості про характерні відмови та несправності ЗПРК можна отримати шляхом опитування інженерно-технічних працівників та механізаторів, які займаються їх використанням та сервісним обслуговуванням [11, 12].

Впровадження результатів досліджень [11, 12] машинобудівними підприємствами дадуть можливість підвищити споживчі якості ЗПРК та надійність в експлуатації, забезпечать ресурсозбереження та імпортозаміщення, зможуть підвищити ступінь ремонтпридатності.

Список використаних джерел

1. Andriy Novitskiy, Aleksandr Bannyi. Логико – вероятностные модели надёжности сложной техники. Motrol, motoryzacia i energetyka rolnictwa

motorization and power industry in agriculture. Lublin, 2012. Vol. 14, №3. pp. 184–190.

2. Khmelovskyi, V., Otchenashko, V., Voloshyn, S., Pinchevska, O. Providing processes of preparation and distribution of feed for cattle on animal husbandry farms. *Engineering for Rural Development*. 19, pp. 778-783.

3. Pylypaka S. F., Klendii M. B., Trokhaniak V. I., Pastushenko A. S., Novitskiy A. V. Movement of a material particle on an inclined plane all the points of which describe circles in oscillatory motion in the same plane. *Bulletin of the Karaganda University. Mathematics Series*. №1 (97) / 2020. Karaganda, 2020. pp. 122–131.

4. Andriy Novitskiy. Forming reliability of means for preparation and disposal of forage. *MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*. 2017. Vol. 19. No 3. pp. 123–128.

5. Бурлака В., Водяницький Г., Тимків В. Оцінка технічного рівня кормороздавачів-змішувачів світових виробників. *Тваринництво України*. 2016. № 3. С. 8–12.

6. ДСТУ 2925-94 Якість продукції. Оцінювання якості. Терміни та визначення. К.: Держстандарт України, 1999. 34с.

7. Кормораздатчик PA15R. IF-STOLL. Инструкция по эксплуатации. 2010. 80 с.

8. Кормораздатчик РСК. Руководство по эксплуатации РСК-12.00.00.000 РЭ. 2020. 82 с.

9. Мобільний кормозмішувач «DeLaval». Інструкція з експлуатації. 65 с.

10. 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.

11. 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.

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., Ружило З. В. Аналіз відмов засобів для приготування і роздавання кормів. *Науковий вісник НУБіПУ. Серія «Техніка та енергетика АПК»*. Вип. 226. К., 2015. С. 253–259.

УДК 621. 43

ВПЛИВ СУЧАСНИХ МЕХАНІЗМІВ ГАЗОРОЗПОДІЛУ НА ПАЛИВНУ ЕКОНОМІЧНІСТЬ ДВЗ

С. І. ТОПЧІЙ, к.т.н, викладач
ВСП «Ніжинський фаховий коледж НУБіП України»
Email: tract-959@ukr.net

Одним з шляхів покращення паливної економічності бензинових двигунів є інтенсифікація турбулентності заряду в циліндрі у фазі згорання. Добитися цього можна відмовившись від регулювання потужності двигуна дросельною заслінкою, а її функції перекласти на впускний клапан газорозподільного механізму (ГРМ) [3].

При дроселюванні свіжого заряду впускним клапаном порушується впорядкований струменевий рух газу при потраплянні його в камеру згорання і з'являється турбулентність у циліндрі при всмоктуванні. Це забезпечує покращення сумішоутворення і згорання, і як результат – покращення паливно-економічних і екологічних показників ДВЗ.

Викладення основного матеріалу дослідження. Для дослідження впливу способу регулювання потужності впускним клапаном (ДВК) на показники роботи двигуна, було розроблено декілька типів альтернативних приводів клапанів ГРМ. При виборі оптимального варіанту приводу враховувались наступні вимоги:

- простота конструкції яка не вимагала б зміни конструкції головки циліндрів;
- можливість використання в розробленій конструкції деталей штатного ГРМ;
- простота монтажу і демонтажу приводу;
- можливість самостійного виготовлення деталей;
- простота регулювання ходу клапанів і можливість повного виключення з роботи окремих циліндрів.

Вказані вимоги цілком задовольнив гідравлічний привод клапанів (ГПК) ГРМ з дросельним регулюванням. ГПК забезпечує високу швидкодію і допускає значні зусилля у виконавчих механізмах при їх невеликих розмірах. Це, в свою чергу, дає змогу використати габарити існуючої головки циліндрів. Він легко регулюється по витраті робочої рідини, що має вирішальне значення для зміни ходу клапанів аж до повного їх виключення з роботи. В якості робочої рідини можна використати оливу з системи мащення двигуна. На рис. 1 показано двигун 4Ч7,9/6,6 обладнаний ГПК.

На двигуні були проведені безмоторні і моторні випробування метою яких було:

- визначення працездатності макетного зразка приводу клапанів ГРМ;

- перевірка відповідності фаз газорозподілу двигуна фазам, рекомендованим заводом виробником;
- визначення параметрів процесу впуску при регулюванні наповнення двигуна дросельною заслінкою і зміною ходу впускного клапана;
- визначення характеристик економічності при регулюванні потужності двигуна дросельною заслінкою і впускним клапаном;
- індиціювання 4-го циліндра двигуна та визначення на основі отриманих індикаторних діаграм індикаторних та ефективних показників роботи двигуна, показників процесу згорання для двох способів регулювання потужності.

В результаті безмоторних випробувань була підтверджена працездатність використовуваного ГПК та встановлені ФГР максимально наближені до ФГР рекомендованих заводом виробником (рис. 1).

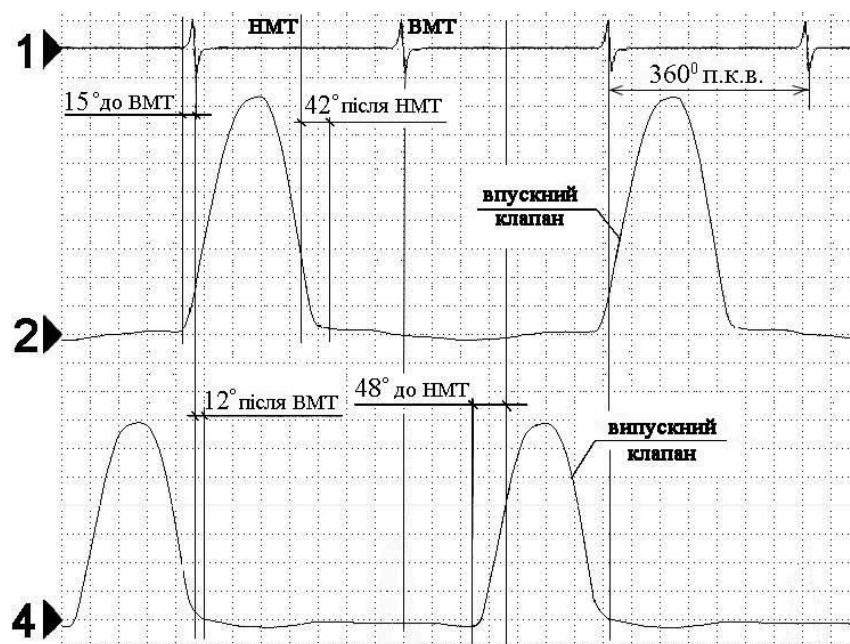


Рисунок 1 – Осцилограми переміщення клапанів

На рис. 2 представлені графіки зміни тиску у впускному трубопроводі при дроселюванні впуску клапаном.

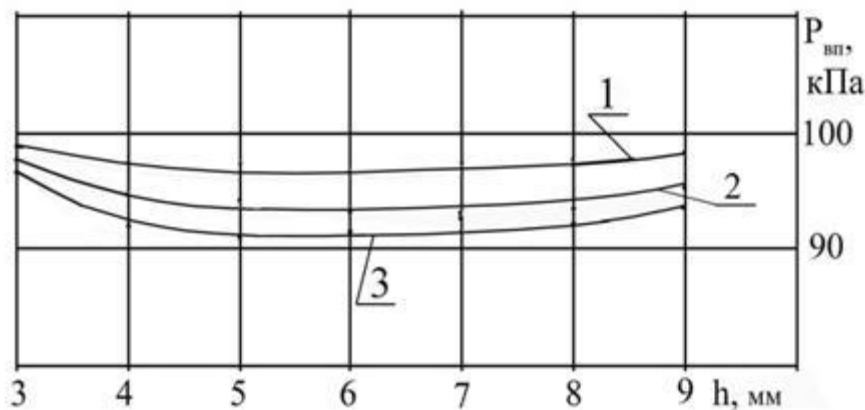


Рисунок 2 – Залежність зміни тиску $P_{вп}$ у впускному трубопроводі

від ходу клапана h : 1 – 1000 хв^{-1} ; 2 – 1600 хв^{-1} ; 3 – 2200 хв^{-1} .

З графіка видно, що зменшення ходу клапана h від 9 мм до 5 мм мало впливає на зміну величини $P_{\text{вп}}$. Подальше зменшення h приводить до зростання $P_{\text{вп}}$ аж до атмосферного. З цього можна зробити наступний висновок. Якщо регулювання потужності виконується дросельною заслінкою, то кількість свіжого заряду можна оцінювати по параметру тиску у впускному трубопроводі $P_{\text{вп}}$, або по середньому індикаторному тиску P_i .

Для двигуна з системою ДВК, внаслідок постійно відкритої дросельної заслінки, показники роботи визначаються тільки по середньому індикаторному тиску.

На рис. 3 представлені навантажувальні характеристики двигуна 4Ч7,9/6,6 при різних способах регулюванні потужності.

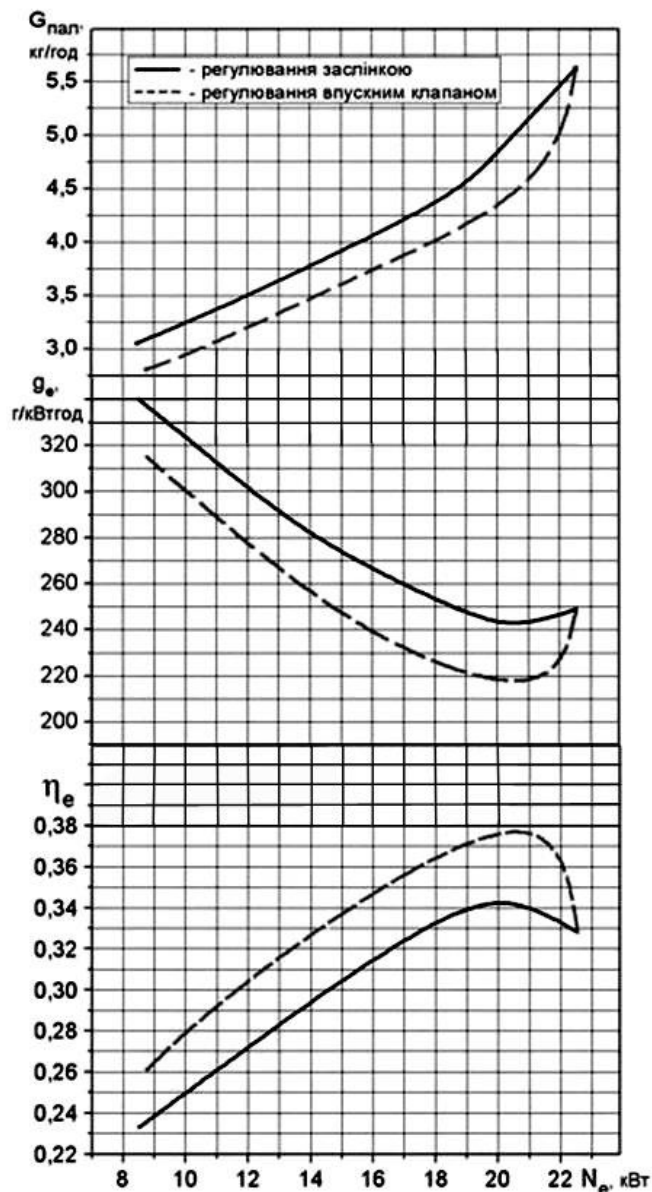


Рисунок 3 – Порівняльні навантажувальні характеристики двигуна 4Ч7,9/6,6 при різних способах регулювання потужності на $n = 2800 \text{ хв}^{-1}$.

Порівнюючи графіки навантажувальної характеристики при регулюванні потужності заслінкою і клапаном з ГПК, потрібно відмітити, що використання системи ДВК для регулювання потужності двигуна, сприяє зменшенню годинної витрати палива в межах 10 %, зменшенню питомої витрати палива та збільшенню ефективного ККД.

Аналіз індикаторних діаграм для визначення показників процесу згорання показав наступне:

- при дроселюванні свіжого заряду впускним клапаном має місце збільшення показника характеру згорання до $m = 5,6$ (при дроселюванні заслінкою $m = 4,0$);

- тривалість згорання робочої суміші φ_z скорочується до 58 град. п.к.в. в порівнянні з регулюванням потужності дросельною заслінкою для якого $\varphi_z = 67$ град. п.к.в.;

Потрібно зауважити, що представлені дані були отримані для двигуна з двоклапанною системою газорозподілу при нерегульованих ФГР.

Використання альтернативного приводу клапанів ГРМ, наприклад електрогідравлічного, дає можливість забезпечити безступінчасте регулювання ходу клапанів та ФГР в залежності від швидкісного та навантажувального режиму роботи двигуна.

Висновки. Одним з ефективних способів покращення економічних і екологічних показників роботи двигуна є регулювання потужності шляхом дроселювання свіжого заряду впускним клапаном. Завдяки цьому забезпечується зростання турбулентності у впускному тракті і циліндрі двигуна, що покращує процеси сумішоутворення і згорання паливо-повітряної суміші.

Зараз існує велика кількість альтернативних зразків ГРМ які використовуючи цей принцип регулювання потужності забезпечують сучасним двигунам високі експлуатаційні, економічні та екологічні показники.

Дослідження двигуна 4Ч7,9/6,6 обладнаного ГПК який давав можливість регулювати хід впускних клапанів показали, що система ДВК забезпечує покращення паливної економічності двигуна в середньому на 10 % при роботі в режимах часткових навантажень. Отримані показники процесу згорання дають можливість теоретично оцінити очікувану ефективність впровадження системи ДВК на двигунах типу 4Ч7,9/6,6.

Для лабораторій ДВЗ дослідних і учбових закладів конструктивні розробки і дослідження ГРМ з якісно новими характеристиками є одним з перспективних напрямів роботи.

Список використаних джерел

1. Балабин В. Н. Научные основы создания регулируемых приводов газораспределения локомотивных двигателей внутреннего сгорания нового поколения: автореф. д-ра техн. наук: 05.02.02 / В. Н. Балабин – М., 2010. – 50 с.

2. Дацьк Ю. А. Прощай, дросель / Ю. А. Дацьк // Автоцентр. – 2000. – №42. – С. 26-27.

3. Свиридов Ю. Б. Особенности газодинамических процессов в двигателе при дроселировании наполнения / Ю. Б. Свиридов – Труды ЦНИТА. Выпуск 40. 1969.

4. Патент України на винахід № 102802 від 12.08.2013 р.

5. Устройство и ремонт автомобилей HONDA. [Електронний ресурс] / Режим доступу: http://amastercar.ru/articles/engine_car_2.shtml.

6. Fiat представил новое поколение бензиновых моторов. [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://motor.ru/news/2009/03/09/fiatengine/>.

УДК 631.372

ОСОБЛИВОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ ГАЗОБАЛОННОГО ОБЛАДНАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

О. М. КИРИЧЕНКО, викладач

ВСП «Ніжинський фаховий коледж НУБіП України»

E-mail: kiri4enko@mail.com

Газове паливо для автомобільних двигунів застосовують у стисненому або зрідженому стані. Метан стискають до тиску в середньому 20 МПа і зберігають у товстостінних балонах. Пропан і бутан переходять у рідкий стан при стисканні до 1,6 МПа. Їх також зберігають, у балонах. [3]

Періодичність технічного обслуговування газобалонного обладнання транспортних засобів відповідає періодичності для базових машин, двигуни яких працюють на бензині. [5]

Найважливішим заходом у технічному обслуговуванні газобалонного обладнання є обов'язковість постійної перевірки зовнішнім оглядом герметичності газобалонної установки, кріплення балонів і роботи двигуна на газовому паливі. Необхідно виконувати всі роботи по контролю стану кріплення газового обладнання обмідненним інструментом щоб уникнути іскроутворення. Огляд газобалонного обладнання необхідно проводити кожні шість місяців при цьому зріджений вуглеводневий газ з балонів повинен бути видалений, а балони для стисненого природного газу продегазовані інертним газом або азотом.

Перед початком перевірки системи для скрапленого вуглеводневого газу на герметичність необхідно оглянути всю газову систему автомобіля, звернувши особливу увагу на з'єднання шлангів і трубок зі штуцерами, легкість відкриття і закриття витратних вентилів на балоні. Слід також перевірити комплектність газового обладнання на автомобілі. Перед випробуваннями під тиском газової системи і наповненням газових балонів стисненим повітрям вентилі на балонах повинні бути закриті.[4]

Після проведення попередніх операцій необхідно:

- вивернути заглушку наповнюваного вентиля і під'єднати до штуцера компресора, переконавшись в щільності з'єднання;
- включити компресор і наповнити кожен газовий балон повітрям до тиску 1,6 МПа. Під час наповнення балона стисненим повітрям перебувати з боку розташування вентилів, а також у кабіні автомобіля забороняється. Працівник, що перевіряє газову систему живлення в момент наповнення балона повинен перебувати біля пульта включення компресора. Вимкнути компресор при тиску повітря в балоні 1,6 МПа. Якщо запобіжний клапан спрацьовує при тиску повітря нижче 1,6 МПа, то слід замінити клапан;
- повільним відкриттям витратного вентиля балона треба наповнити газову систему живлення автомобіля стиснутим повітрям при закритому електромагнітному клапані;
- змочити місця з'єднання трубопроводів від газового балона (балонів) до електромагнітного клапана мильною піною. При виявленні витоку повітря (утворення бульбашок, шипіння і т. д.) в з'єднаннях потрібно закрити витратний вентиль і затягнути гайки, трубки і шланги в місцях, де була виявлена течя повітря.
- Замість мильної піни можуть бути використані електронні шукачі течії. У разі, якщо підтягуванням гайки текти повітря не усувається, слід замінити ніпель і знову перевірити з'єднання на герметичність;
- включити запалювання й перевірити герметичність з'єднань на ділянці від електромагнітного клапана до редуктора. При великих витоках і зниженні тиску повітря в газовому балоні необхідно включити компресор, збільшити тиск до 1,6 МПа. При розривах і спученні шлангів газової системи їх слід замінити і випробувати;
- перевірити роботу електромагнітного датчика тиску в першого ступеня газового редуктора при включенні запалювання. Показання стрілки на покажчику тиску газу у першій щаблі газового редуктора має бути в межах 0,12 ... 3,5 МПа.

Герметичність газобалонної установки для стисненого природного газу слід перевіряти стисненим повітрям або інертним газом під тиском 20 МПа. Перевірка проводиться при постійному ступінчастому підвищенні тиску 2,5; 5; 10 та 20 МПа. При необхідності підтягування з'єднань тиск в балонах повинен бути знижений до атмосферного. Забороняється підтягувати гайки трубопроводів, що перебувають під високим тиском.

Якщо після підтягування з'єднань герметичність не відновлюється, слід замінити трубопровід або ніпельне з'єднання, відрізавши кільце з невеликим шматком трубки.

При наявності пошкоджень (вм'ятини, задири) на конічній ущільнюючій поверхні балонних перехідників або штуцерів штуцера необхідно замінити.

Перевіривши герметичність з'єднань трубопроводів до редуктора високого тиску, слід включити запалювання, встановити перемикач виду палива в положення «Газ» і приступити до перевірки герметичності з'єднань і вузлів на ділянці від редуктора високого тиску до карбюратора-змішувача. Тиск

у балонах доцільно знизити до 1,6 ... 2 МПа. Тиск після редуктора високого тиску повинне бути в межах 0,9 ... 1,1 МПа. Перевірити вказане тиск можна за допомогою манометра (МТ-1) зі шкалою 2,5 МПа, встановленого замість датчика сигналізатора. Тиск в редукторі при його справності має встановлюватися автоматично без регулювання.

Після обпресування газової системи живлення необхідно перевести роботу двигуна на газове паливе, пустити двигун на цьому виді палива і регулювати частоту обертання колінчастого вала в режимі холостого ходу (в межах 500 ... 600 об/хв). У разі витoku газу через з'єднання або деталі приладів системи необхідно негайно припинити подачу газу, зупинити двигун і усунути несправності.

Висновок. Своєчасне технічне обслуговування ГБО знижує потенційні ризики виходу з ладу вузлів і елементів газобалонного обладнання. Тим самим підвищується надійність і довговічність експлуатації системи. Навіть при встановлених системах від кращих світових виробників, система ГБО не застрахована від несумлінності постачальників газового палива. Низька якість газового палива знижує технічний ресурс.

Список використаних джерел

1. Положення про технічне обслуговування і ремонт рухомого складу авто мобільного транспорту. – К: Міністерство транспорту України, 1998.-10с.
2. Афонин С.П. Газовое оборудование автомобилей: практическое руководство / С.П. Афонин. – Р.: Пончик, 2001. – 52 с..
3. Будова й експлуатація автомобілів. Підручник. / Кисликов В.Ф., Лущик В.В. К.; Видавництво «Либідь», 2009. – с. 168-173
4. Обслуговування та ремонт газобалонного обладнання. URL: <https://mr-s.systems/uk/blog/obsluhovuvannya-ta-remont-hazobalonnoho-obladnannya>. (дата звернення 27.01.2022).
5. Технічне обслуговування газобалонних автомобілів. URL: <http://bibliograph.com.ua/spravochnik-59/49.htm>. (дата звернення 28.01.2022).

УДК 621.432.3

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ШАТУНІВ ДВИГУНІВ ЯМЗ

В. А. СИВОЛАПОВ, ст.викладач

Н. С. ЮРЧЕНКО, студент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Шатун є однією з найбільш навантажених деталей дизельного двигуна. Трудомісткість і вартість усунення відмови шатуна, викликаного недостатньо

високою якістю його виготовлення, значно вище, ніж інших відповідальних деталей двигуна. Підвищення надійності шатунів ускладнено внаслідок їх масового виробництва, однорідності поля розрахункових напружень, а також наявності технологічних концентратів напружень. Тому до шатунів пред'являються більш високі вимоги щодо надійності, ніж до інших деталей дизеля.

Шатуни дизелів ЯМЗ мають високі експлуатаційні якості і не лімітують підвищення ресурсу дизелів. Проте, ґрунтуючись на результатах вивчення досвіду експлуатації, систематично проводяться роботи з удосконалення конструкції і технології виготовлення шатунів з урахуванням в першу чергу підвищення стабільності їх розмірів і форми і ремонтпридатності конструкції. Характерним для шатунів дизелів ЯМЗ-236 і ЯМЗ-238 (рис. 2.18) є так званий косий роз'єм нижньої головки, площина якого не перпендикулярна осі стрижня шатуна. Стик нижньої головки шатуна з кришкою виконаний у вигляді системи попарно оброблених шліців трапецієподібного перерізу. У стрижні шатуна просвердлений канал для подачі масла до втулки верхньої головки. Шатуни дизелів ЯМЗ-286 і ЯМЗ-238 виготовляються зі сталі 40Х, дизелів ЯМЗ-240 - зі сталі 40ХН2МА.

Дослідження шатунів мали метою визначення та підвищення їх втомної міцності, а також вивчення і зниження деформацій контактних поверхонь при роботі дизеля. Серед характерних особливостей напруженого стану шатуна, крім високих знакозмінних напружень і їх градієнтів, слід відзначити велику в порівнянні з іншими деталями величину відносини середнього по масі металу напруги до максимального. Внаслідок цього надійність шатуна в значній мірі залежить від концентрації напружень, обумовлюється конфігурацією деталі та технологічними факторами. Крім того, проводилися дослідження з виявлення чинників, що впливають на концентрацію напружень в шатуні, і заходів, що сприяють їх ослабленню.

Таким чином, втомна міцність шатунів може знижуватися на 20% через наявність концентраторів, що виникають внаслідок абразивної обробки полиць. Ліквідація операції зачистки заготовки абразивними кругами дозволила запобігти появі концентраторів на полицях стержня і в зоні бобишки короткого болта нижньої головки.

Поряд з реалізацією заходів щодо зменшення концентрації напружень, що викликається в основному технологічними факторами, були проведені дослідження щодо підвищення міцності шатунів. В результаті була застосована зміцнююча обробка стержня шатуна у вигляді дробильноструменевого наклепу. Після застосування цієї обробки втомна міцність шатуна підвищується на 5...10%.

Так як на міцність від втоми шатунів можливий негативний вплив дефектів матеріалу, були проведені роботи по вдосконаленню методів їх виявлення. Встановлено, що очищення шатунів дробом діаметром 0,7...0,9 мм, а також електрохімічне полірування дозволяють значно підвищити ймовірність виявлення дефектів в процесі магнітного контролю. Щоб збільшити

ефективність останнього, підібрана оптимальна напруженість магнітного поля, що дорівнює 60 Е. Реалізована перевірка шатунів на магнітному дефектоскопі при орієнтації силових ліній магнітного поля як паралельно, так і перпендикулярно осі шатуна.

Оскільки дефекти матеріалу є одними з найбільш небезпечних концентраторів напружень, що призводять до зниження міцності шатунів, доцільно шатуни виготовляти зі сталі, одержуваної вакуумно-дугового плавленням, або зі сталі електрошлакового переплаву. Щоб уникнути концентрації напружень внаслідок наявності поверхневих дефектів і обезвуглецевого шару прокату, заслуговує увагу введення операції зняття поверхневого шару шляхом механічної обробки і нагрівання заготовки в нейтральному або малоокислювальному середовищі перед формоутворенням шатунів. Реалізація описаних вище пропозицій дозволить значно підвищити стабільність показників втомної міцності шатунів.

Список використаних джерел

1. Воловик Е.Л. Справочник по восстановлению деталей. – М.: "Колос", 1981. – 351 С.
2. Сідашенко О.І. Ремонт машин та обладнання: Підручник / [Сідашенко О.І. та ін.]; За ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. – К.: Агроосвіта, 2014. – 665 С

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ МАШИН І АГРЕГАТІВ

О. О. ТРУХАНСЬКА, к.т.н., доцент
Вінницький національний аграрний університет

Підвищення показників надійності і термінів служби машин, вузлів, агрегатів є важливим чинником зменшення витрат на відновлення, простоювання обладнання у ремонті, зменшення кількості запасних частин.

Впровадження новітніх технологій сільськогосподарського виробництва, а також постійне сучасне удосконалення, ускладнення сільськогосподарської техніки є природним результатом її розвитку.

При довготривалому використанні машин зношування деталей супроводжується зниженням експлуатаційних показників, що викликає погіршення якості виробів.

Відновлення деталей – технічно обґрунтований, економічно виправданий захід. Це дозволяє ремонтним майстерням скоротити час простою несправних машин, підвищити якість технічного обслуговування і ремонту позитивно впливати на показники надійності використання машин.

Прогресуюче моральне старіння і скорочення машинно-тракторного парку господарств впливає на рівень використання виробничих потужностей

ремонтно-обслуговуючих підприємств АПК України.

Технології відновлення деталей відносяться до розряду найбільш ресурсозберігаючих, тому що в порівнянні з виготовленням нових деталей витрати скорочуються до 70%. Основним джерелом економії ресурсів є витрати на матеріали.

Середні витрати на матеріали при виготовленні деталей становлять 38-40%, а при відновленні - 6-7% від загальної собівартості. Для відновлення працездатності зношених деталей потрібно в 5...8 разів менше технологічних операцій у порівнянні з виготовленням нових деталей.

Для підвищення рівня конкурентоспроможності аграрних підприємств і їх продукції, необхідним є розвиток науково-технічного прогресу в сільському господарстві.

Забезпечити це можна підвищенням технічного рівня машин, які конструюються і випускаються у сільськогосподарському машинобудуванні, а також розвитком ринку інженерно-технічного сервісу сільського господарства.

Підвищення якості (технічного рівня) машин еквівалентне збільшенню їх виробництва з меншими загальними витратами суспільної праці не лише на виробництво і його ефективність, але й на імідж підприємства в цілому.

При цьому у конструкціях техніки використовують новітні досягнення науки і техніки, електроніки й комп'ютерної техніки, прогресивні матеріали гарантують надійність та довговічність роботи, високий рівень сервісного забезпечення.

Підвищення надійності тракторів і сільськогосподарських машин фірми-виробники досягають завдяки таким факторам:

- удосконалення методів конструювання з використанням комп'ютерних систем, відпрацювання конструкцій різних вузлів і деталей на стадії проектування, перевірка їхньої надійності до початку виробництва;
- застосування в конструкціях машин достатньо відпрацьованої високонадійної елементної бази;
- застосування нових високоякісних конструкційних матеріалів для виготовлення деталей, вузлів та базових елементів машин;
- удосконалення технологій виробництва і контроль якості матеріалів, комплектуючих та виготовлення машин на заводах на всіх етапах виробництва.

Проте, усі шляхи підвищення технічного рівня і якості машин і апаратів можна об'єднати у наступні групи:

- конструктивні, пов'язані з розробкою виробів із високими техніко - економічними параметрами;
- технологічні, при яких рівень якості виробу забезпечується за рахунок прогресивних технологій;
- експлуатаційні, пов'язані зі зменшенням трудомісткості та зі зниженням витрат ресурсів при експлуатації виробів;
- організаційні, до яких можна віднести заходи щодо стандартизації, економічному стимулюванню та ряду інших заходів, спрямованих на керування

процесом формування технічного рівня і якості устаткування на всіх стадіях його життєвого циклу від розробки до зняття з виробництва.

Таблиця 1 - Шляхи підвищення технічного рівня та якості машин

Шляхи підвищення технічного рівня та якості машин	Стадія			
	Проектування	Виготовлення	Експлуатації	За рахунок орг. заходів
Вибір прогресивного типу	×	—	—	×
Перехід від універсальних машин до спеціальних	×	—	—	×
Перехід від машин періодичної дії до безупинно діючих	×	—	—	×
Підвищення одиничної потужності (продуктивності)	×	—	—	×
Моделювання, оптимізація конструкції, режимів роботи на ЕОМ	×	—	—	—
Інтенсифікація робочих процесів	×	—	—	—
Перехід на нову конструктивну основу	×	—	—	—
Вибір раціональної кінематичної схеми і компоновки вузлів	×	—	—	—
Впровадження науково обґрунтованих запасів міцності виробів	×	—	—	×
Застосування раціональних сортamentів і марок матеріалів	×	×	×	×
Застосування прогресивних конструкторських розв'язань з використанням маловідходної і безвідходної технології виготовлення	×	×	×	—
Підвищення надійності вузлів, агрегатів, машин	×	×	×	×
Підвищення точності виготовлення деталей	×	×	×	—
Підвищення ефективності застосування стандартів	—	—	—	×
Удосконалення механізму ціноутворення	—	—	—	×
Удосконалення системи матеріально-технічного постачання	—	—	—	×
Впровадження дизайну і ергономіки	×	—	—	×
Застосування мікропроцесорної техніки	×	—	—	×

Примітка: „×“ технічний рівень підвищується; „—“ рівень не підвищується

Аналіз наведених вище шляхів (методів) підвищення технічного рівня і якості машин і апаратів, що досягається на стадіях їх проектування, виготовлення і експлуатації, а також за рахунок організаційних заходів показує, що кожний з них може використовуватися як роздільно, так і в комбінації один з одним. Прогресивним методом відновлення є плазмове напилення, яке не викликає деформації деталі та не потребує значних витрат на механічну обробку.

ЕКСПРЕС-ДІАГНОСТИКА ЯКОСТІ РОЗПИЛЕННЯ ПАЛИВА ДИЗЕЛЬНИМИ ФОРСУНКАМИ ЛАЗЕРНИМ АНЕОМЕТРОМ

В. Ф. АНІСІМОВ, д.т.н., професор
Вінницький національний аграрний університет

Застосування тензодатчиків і індуктивних датчиків для виміру параметрів систем і механізмів дизеля зручно при стаціонарному діагностуванні машин. Для експрес-діагностики такі датчики не раціональні. Діагностування в

польових умовах та й в умовах ремонтних майстерень і автосервісу вимагає швидкості і якості. З цією метою найзручніше визначати технічний стан вузлів і механізмів дизеля за величиною вібрації, яка залежить від ступеня зношеності зчленувань.

Для оцінки величини вібрацій в області низьких і високих частот оптичним методом найбільш надійним приладом є лазерний анеометр. Критерієм оцінки амплітудно - частотних параметрів вібрації є: величина зсуву індексу світлового показника, обрана відповідно з допускаємими значеннями додаткової похибки.

Для отримання інформації без транспортного запізнювання від досвіду до виведення лазерний анеометр є найкращим, оскільки він не вимагає обробки (додаткової роботи), не вносить механічних спотворень в структуру вимірюваних параметрів, процесів і т.д.

Методика проведення експрес-діагностики технічного стану дизеля (рис.1) полягає в наступному.

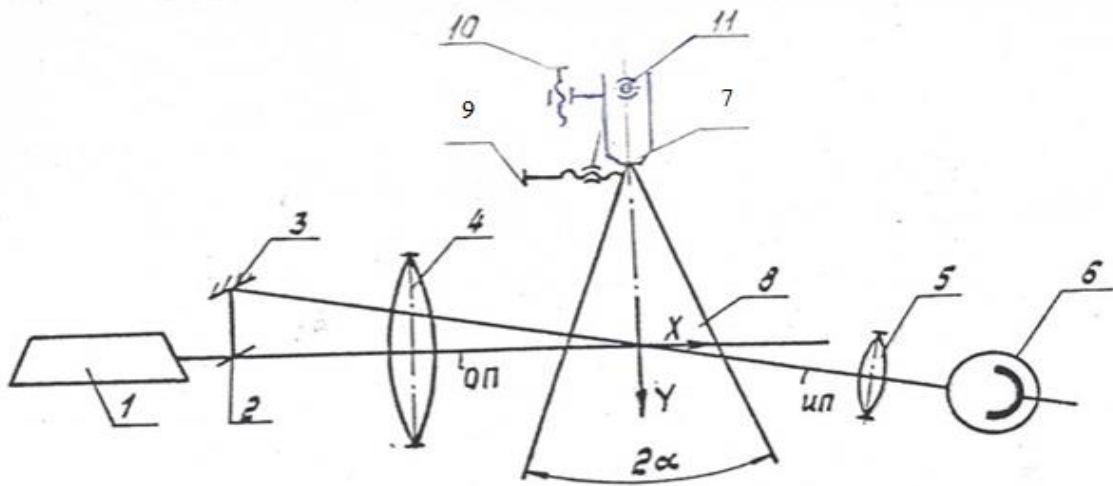


Рис. 1. Схема вимірювання локальної швидкості вібрації:

1 – лазер; 2 - світло розподільник; 3 – дзеркало; 4 – фокусуються лінза; 5 – приймальний об'єктив; 6 – фотоелектронний помножувач; 7 – форсунка; 8 – факел розпиленого палива; 9 – механізм переміщення факела по оптичній осі; 10 – механізм переміщення факела в поперечному напрямленні оптичної осі; 11 – обертальний механізм для заміру швидкості по сфері факела.

Наклеюється маленький шматочок дзеркальця в місці зняття інформації, тобто величини вібрації. Наприклад, на блоці існує кілька таких місць: навпроти ВМТ для реєстрації величини вібрації циліндропоршневої групи; навпроти підшипників колінчастого вала для реєстрації величини вібрації в зазорах підшипників і т.д.; на штуцерах паливного насоса і форсунки і ін.

На дзеркало направляється лазерний промінь, який відбиваючись від дзеркала проектується в точку на екрані. У процесі роботи дизеля виникають вібрації у всіх його частинах. Величина вібрації залежить від ступеня

зношеності зчленувань. Тому промінь лазера від дзеркала буде відкидати під різними кутами, фіксуючи величину вібрації оптичною частиною експериментальної установки (рис. 2).

Застосування для експрес-діагностики дизеля лазерного анеометра, а разом датчиків дзеркальця, є новим методом діагностування і вельми перспективним, що дозволяє з високою точністю визначати технічний стан систем і механізмів дизеля.

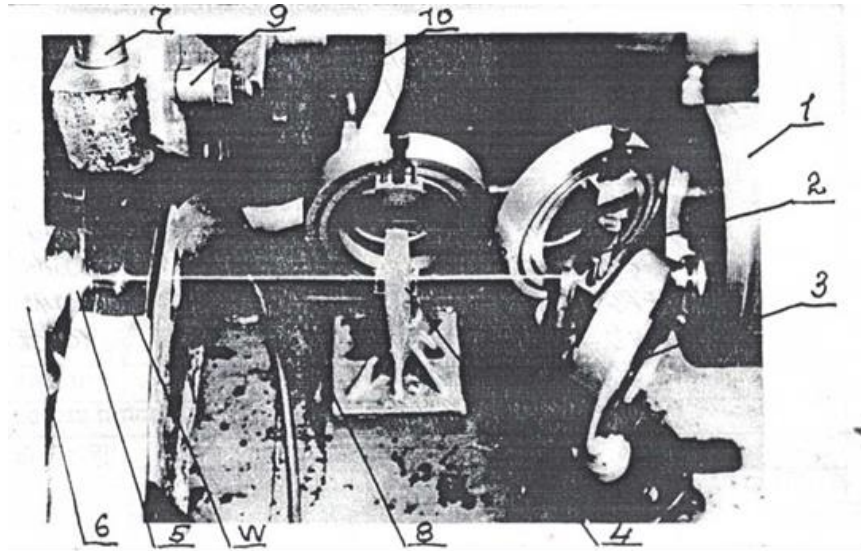


Рис. 2. Оптична частина експериментальної установки.

1 – лазер; 2 – світлорозподільник; 3 – дзеркало; 4 – фокусна лінза; 5 – приймальний об’єктив; 6 – фотоелектронний помножувач; 7- форсунка; 8 – факел розпилення палива; 9 – пристрій для переміщення факела по оптичній вісі; 10 – пристрій для переміщення в поперечному напрямку оптичної вісі; 11 – обертальний механізм для заміру швидкості по сфері факела; w – вимірювальний об’єм.

УДК 631.

ВІДНОВЛЕННЯ ВАЛУ РОТОРА ТУРБОКОМПРЕСОРА МЕТОДОМ ЕЛЕКТРОІСКРОВОГО НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТІВ

О. Д. МАРТИНЕНКО, к.т.н., доцент ДБТУ
E-mail: martynenko_dm@ukr.net

На даний час, накопичено чималий досвід з ремонту турбокомпресорів і в особливості валів ротора. Що стосується доцільності ремонту ротора, зазначимо той факт, що новий - коштує третью частини вартості нового турбокомпресора, а в деяких випадках і більше, так як ротори в якості запчастин не надходять до споживачів та ремонтних підприємств. Хоча ремонт

ротора - це швидкий ремонт, але вимагає значних ресурсів для придбання запасних частин. Варто зазначити, що турбокомпресор є високотехнологічною конструкцією, прецизійний агрегат, допуски на виготовлення деталей знаходяться в межах 5мкм [1].

Технологічний процес відновлення та ремонту ротора складається із способів відновлення, які забезпечують необхідний рівень експлуатаційних властивостей відновлених деталей. Відновлюваною частиною ротора є вал. Якщо колесо турбіни має пошкодження, ротор одразу бракується.

При ремонті турбокомпресора, коли колесо турбіни знаходиться в задовільному стані і відповідає вимогам технічної документації, можна відновити вал ротора.

До способів відновлення вала ротора зі спрацьованими поверхнями відносять - зварювання тертям, гальванічне нарощування покриттів, електроіскровий спосіб нанесення покриття, механічна обробка валу під ремонтний розмір. Механічні пошкодження валу ротора - вигин, усовують пластичною деформацією - правкою [1, 2].

Спосіб зварювання тертям є одним із способів, технологічні процеси якого найбільш інтенсивно розвиваються.

З'єднання колеса турбіни і заготовки відбувається в стик, на установках типу СТ110. Обертальний та поступальний рух здійснює циліндрична деталь, а заготовка закріплена в рухомій бабці.

Після зварювання тертям вал ротора перевіряють на скручування і на розрив. Перевірці піддається 100% валів ротора. Далі проводять механічну обробку деталі згідно з технічною документацією на капітальний ремонт турбокомпресора. Після слюсарно-механічної обробки, робочі поверхні вала ротора гартують СВЧ на глибину 1...3мм, з наданням твердості за шкалою HRCe не менше 52.

При зварюванні валів з турбіною тертям, порівняно з електродуговим, витрати енергії зменшуються у 5...10разів.

При використанні методу гальванічних покриттів в ремонтному виробництві найчастіше використовують залізнення, і рідше – хромування.

Нанесення гальванічного покриття на зношені поверхні вала ротора турбокомпресора є ефективним способом відновлення посадки, товщина твердого покриття складає – 0,8-1,2мм, достатньо висока зносостійкість твердих покриттів, не поступаючись зносостійкості загартованої сталі. При залізненні застосовують гарячий (60-90°C) електроліт, що дозволяє проводити залізнення з високою щільністю струму та високою продуктивністю [1, 2].

Метод ремонтних розмірів – це механічна обробка (шліфування) робочих поверхонь валів роторів турбокомпресорів. Відновлюють наявні дефекти та геометричну форму під раніше встановлений розмір. Новий ремонтний розмір буде рівний номінальному розміру деталі, мінус сума величин зносу і припуску на обробку. Ремонтні розміри вала ротора можуть бути вільними або стандартними. Обробка поверхонь деталі під ремонтний розмір ефективна у випадку, якщо механічна обробка при зміні розміру не призведе до ліквідації

термічно обробленого поверхневого шару деталі (1...3мм, для вала ротора). У цьому випадку з'єднанню буде повернена первинна посадка (зазор), вал ротора має розміри відмінні від первинних, ремонтні розміри і допуски встановлює технічна документація на капітальний ремонт [1, 2].

Відновлення деталей під ремонтні розміри характеризується простотою і доступністю, низькою трудомісткістю (у 1,5- 2,0рази менше, ніж при зварюванні) і високою економічною ефективністю, збереженням взаємозамінюваності деталей в межах ремонтного розміру. Недоліки способу, збільшення номенклатури запасних частин і ускладнення організації процесів зберігання деталей на складі, комплектування і складання. У випадку вільних розмірів для досягнення початкового зазору в з'єднанні з поверхнею деталі, зазвичай, обробляють до видалення спотвореної геометричної форми, і виготовляють для з'єднання менш дорожчу деталь під цей розмір – втулку. Вал ротора турбокомпресора піддають механічній обробці (шліфування), втулку-підшипник виготовляють під розмір вала, з зазором втулки по валу 0,003...0,005мм.

До недоліків представлених методів відноситься висока трудомісткість процесів, необхідність складного та дорогого обладнання і оснащення. В зв'язку з тим, що покриття нанесені на вал, випробовують значну напругу від відцентрових сил, спостерігається їх сколювання і відшарування.

Спосіб ремонту вала ротора електроіскровим методом нанесення зношеного шару (спосіб Чернова В.І.) полягає у можливості відновлення не тільки вала ротора, але і відновленні підшипників ковзання, корпусних деталей турбокомпресора, тобто він є універсальним. Технічний результат досягається завдяки відновленню (нанесенню зношеного шару) та зміцненню поверхні вала ротора електроіскровим методом.

Вал ротора відновлюють середньо- і високовуглецевими сталями в механізованому режимі, на установках з енергією розряду 1,66-2,0Дж.

Встановлено, що мікротвердість покриттів, нанесених на вал ротора зі Сталі 40Х сталлю 45, становить HV480-504, при вихідній твердості матеріалу вала HV445-452.

Триботехнічні випробування відновлених електроіскровим методом пар тертя "вал ротора – втулка підшипника" показали, що їхній коефіцієнт тертя в 1,17-1,20рази менше, навантаження до заїдання в 1,36-1,42рази більше, а інтенсивність зношування в 3,82-7,16 рази нижча [3] ніж у серійних зразках (нових) роторів.

Таким чином, електроіскровий метод дає змогу підвищити мікротвердість поверхонь пари тертя "вал ротор-втулка підшипника", тим самим створити умови для збільшення їх середнього міжремонтного ресурсу.

Висновок. Метод електроіскрового нанесення покриття та зміцнення поверхневого шару серед усіх способів ремонту валів турбокомпресора є перспективним, який забезпечує підвищення зносостікості пар тертя та зменшення інтенсивності зношування в 3,82-7,16 рази.

Список використаних джерел

1. Практикум з ремонту машин: навч. посіб. Т.1. Загальний технологічний процес ремонту та технології відновлення і зміцнення деталей машин / О.І. Сідашенко, О.В. Тіхонов, Т.С. Скобло, О.Д. Мартиненко, О.О. Гончаренко, О.В. Сайчук, В.К. Аветісян, А.К. Автухов, І.М. Рибалко, П.С. Сиромятніков, В.А. Бантковський, В.Л. Маніло; за ред.: О.І. Сідашенка, О.В. Тіхонова; ХНТУСГ. – Х.: ТОВ „Пром-Арт”, 2018. - 416с.: мал., табл. - ISBN 978-617-7634-01-9
2. Ремонт машин та обладнання: підруч. для вищ. навч. закл. / О.І. Сідашенко, О.А. Науменко, Т.С. Скобло, О.В. Тіхонов, М.І. Черновол, З.В. Ружило, В.А. Войтов, В.К. Аветісян, А.К. Автухов, О.Д. Мартиненко, В.А. Бантковський, П.С. Сиромятніков, О.В. Сайчук; за ред. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка; ХНТУСГ. - 2-ге вид., перероб. і доп. - Х.: Міськдрук, 2014. - 740 с. - Бібліогр.: с. 736 - 737. - ISBN 978-617-619-159-9.
3. Скобло Т.С., Сідашенко А.И., Мартыненко А.Д., Тихонов А.В., Золотухин Р.А. Нанесение покрытий методом ЭИО электродами с различным содержанием хрома. Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства. Харків, 2003. Вип. 15: Підвищення надійності відновлюємих деталей машин. С. 331-336.

УДК 621.717:631.3

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЗНІМАЧА ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ДЕМОНТАЖУ ПІДШИПНИКІВ

В. І. РИС, к.т.н., старший викладач

Львівський національний університет природокористування, Дубляни

E-mail: Rysvasyl@gmail.com

Для проведення експериментальних досліджень було поставлено завдання розробити модель знімача для демонтажу з валів деталей, встановлених з натягом, зокрема кулькових підшипників з вала, в якому завдяки вдосконаленню конструкції знімача буде досягнуто самозатискання деталі, що дасть змогу покращити умови використання знімача.

Основною вимогою для операції демонтажу і монтажу пресових з'єднань є збереження деталей у початковому стані, тобто щоб уникнути їх пошкодження в процесі розбирання-збирання. Цю умову можна задовольнити, знаючи допустимі напруження [1; 2], які можуть виникати в деталях під час операцій розбирання або збирання.

Проведені дослідження і наші власні розробки показали, що в кожному конкретному випадку може бути ефективним використання знімачів відповідного принципу дії і конструкції [3; 4]. Наприклад, однією з проблем,

що виникають під час розбирання пресових з'єднань, є самовільне зіскакування лап із захопленої ними деталі. Для усунення цього недоліку знімачі оснащують додатковими елементами, які своєю чергою, ускладнюють їхню конструкцію і збільшують вагу, а також створюють певні незручності використання. [4].

Розглянемо всю конструкцію лапи разом з траверсою як раму, один кінець якої жорстко защемлений, а на другому кінці діє вертикальна сила $P/2$. Побудуємо від цієї сили епюру згинальних моментів, яка показана на рис. 1.

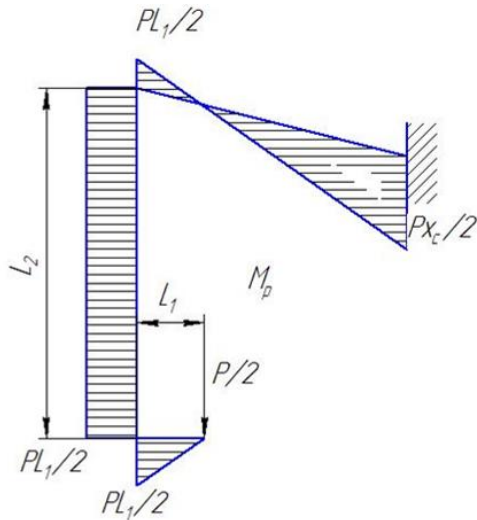


Рисунок 1 – Епюра згинальних моментів від сили $P/2$

У місці контакту лапи з кільцем підшипника виникає також сила тертя T . Від дії цієї сили виникають згинальні моменти, епюра яких показана на рис. 2.

Для знаходження переміщення вільного кінця лапи в горизонтальному напрямі прикладемо в цій точці одиничну горизонтальну силу і побудуємо від неї епюру згинальних моментів (рис. 3).

Для знаходження переміщення кінця лапи в горизонтальному напрямі перемножимо за правилом Верещагіна [26; 53] епюру $\overrightarrow{M_1}$ на епюру M_P і M_T :

$$\Delta_r = \frac{\frac{1}{2} L_2 L_2 \frac{P L_1}{2}}{E I_2} + \frac{\frac{L_4}{6} \left(\frac{P L_1}{2} L_2 + (L_2 + L_2 - L_4 \sin \gamma) + \frac{P}{2} (L_1 - x_c) - (L_2 - L_4 \sin \gamma) \frac{P}{2} x_c \right)}{E I_4} -$$

$$- T \left(\frac{\frac{1}{2} L_2 \frac{2}{3} L_2}{E I_2} + \frac{\frac{L_4}{6} \left(L_2^2 + (2 L_2 - L_4 \sin \gamma)^2 + (L_2 - L_4 \sin \gamma)^2 \right)}{E I_4} \right) \quad , (1)$$

де Δ_r – горизонтальне переміщення носка лапи, мм;

L_1 – довжина лапи захоплювача, мм;

L_2 – довжина захоплювача, мм;

L_4 – довжина плеча траверси, мм.

Для того щоб лапа не зіскакувала з кільця підшипника, переміщення Δ_r повинно дорівнювати нулю.

Розв'яжемо рівність (1) відносно сили тертя T :

$$T = \frac{P}{2} \cdot \frac{\frac{L_1 L_2^2}{2} + \frac{L_4 (L_1 L_2 + (2 L_2 - L_4 \sin \gamma) \cdot (L_1 - x_c) - x_c (L_2 - L_4 \sin \gamma))}{6 I_4}}{\frac{L_2^3}{3 I_2} + \frac{L_4 (L_2^2 + (2 L_2 - L_4 \sin \gamma)^2 + (L_2 - L_4 \sin \gamma)^2)}{6 I_4}} \quad (2)$$

Якщо кут нахилу траверси до горизонталі $\gamma = 90 - \alpha$ більший від кута

тертя, тобто

$$\operatorname{tg} \gamma > f_1,$$

де f_1 – коефіцієнт тертя ковзання стрижня лапи об траверсу, то виникає додатковий тиск N_1 лапи на вісь підшипника.

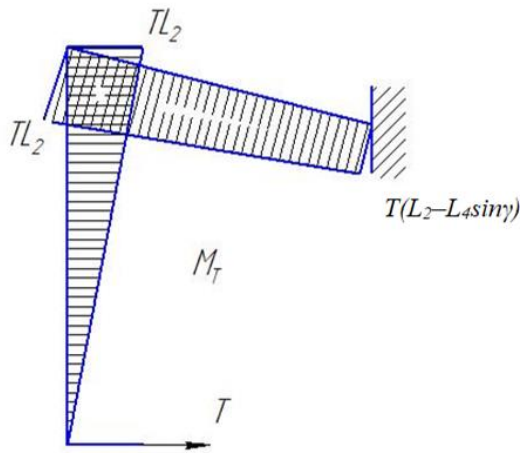


Рисунок 2 – Епюра згинальних моментів від сили тертя T

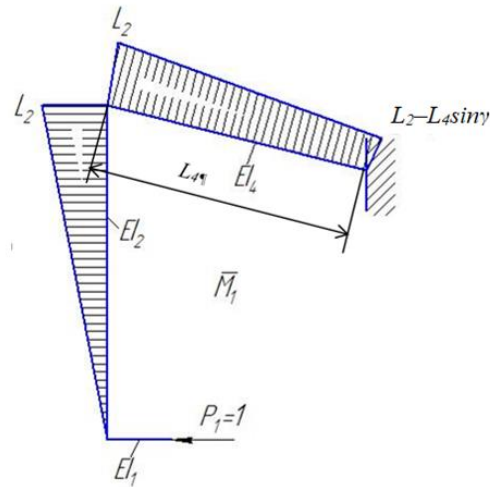


Рисунок 3 – Епюра згинальних моментів від одиничної горизонтальної сили P_1

Силу N_1 можна знайти, склавши рівняння рівноваги для системи сил (рис. 4):

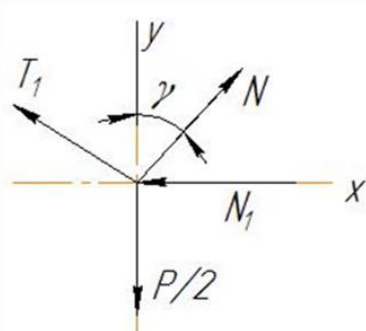


Рисунок 4 – Схема рівноваги системи сил

$$\sum_{i=1}^n F_{ky} = 0; \quad N \cdot \cos \gamma + T_1 \sin \gamma = \frac{P}{2};$$

$$\sum_{i=1}^n F_{kx} = 0; \quad N_1 = N \sin \gamma - T_1 \cos \gamma. \quad (3)$$

Оскільки $T_1 = f_1 \cdot N$, то з рівняння знаходимо

$$N = \frac{P}{2(\cos \gamma + f_1 \sin \gamma)};$$

$$N_1 = N(\sin \gamma - f_1 \cos \gamma) = \frac{P}{2} \cdot \frac{\operatorname{tg} \gamma - f_1}{1 + f_1 \operatorname{tg} \gamma}. \quad (4)$$

Отже, граничне значення сили тертя лапи об кільце підшипника повинно бути більшим, ніж $T - N_1$, а саме:

$$f \frac{P}{2} \geq T - N_1, \quad (5)$$

де f – коефіцієнт тертя лапи об кільце підшипника.

Підставивши вирази (2) і (4) у (5) одержимо умову незіскакування лапи з кільця підшипника:

$$f \geq \frac{L_1}{L_2} \cdot \frac{3I_4L_4 + L_4I_4 \left(1 + \left(2 - \frac{L_4 \sin \alpha}{L_2} \right) \cdot \left(1 - \frac{x_c}{L_1} \right) - \left(1 - \frac{L_4 \sin \alpha}{L_2} \right) \frac{x_c}{L_1} \right)}{2I_4L_2 + L_4I_2 \left(1 + \left(2 - \frac{L_4 \sin \alpha}{L_2} \right)^2 + \left(1 - \frac{L_4 \sin \alpha}{L_2} \right)^2 \right)} - \frac{tg\gamma - f_1}{1 + tg\gamma \cdot f} \quad (6)$$

Кут γ нахилу траверси можна підібрати так, що не буде зіскакування лапи з підшипника навіть при малому коефіцієнті тертя. Повинна виконуватись нерівність

$$\frac{tg\gamma - f_1}{1 + tg\gamma f_1} \geq \max(f).$$

Звідси

$$\gamma \geq \arctg \frac{\max(f) + f_1}{1 - f_1 \max(f)}$$

Для успішного протікання процесу демонтажу підшипників потрібно забезпечити умову надійної фіксації лап на кільці підшипника, щоб уникнути можливості зіскакування лапи. Ця вимога буде справедливою для демонтажу будь-яких інших деталей, встановлених з натягом.

Список використаних джерел

1. Дрозд В. Д., Чухрай В. Є., Рис В. І. Коректування зазору в підшипниках шляхом зміни величини натягу в спряженні кільця підшипника з валом. *Наука – виробництво*, 2009: тези доп. студентів, магістрантів та аспірантів на III Всеукр. студент. наук.-практ. конф. «Підвищення надійності машин і обладнання» (м. Кіровоград, 15 квіт. 2009 р.). Кіровоград, 2009. С. 48.
2. Молодик М. В., Лангерт Б. А., Бредун А. К. Відновлення деталей машин. Київ: Урожай, 1985. 156 с.
3. Гидравлический съёмник: А.С. № 1192960 (СССР) В 25 В 27/02; заявл. 04.06.84; опубл. 23.11.85, Бюл. №43.
4. Знімач для демонтажу з валів деталей, встановлених з натягом: пат. України на корисну модель № 36873, В25В 27/02. № u200806992; заяв. 20.05.08; опубл. 10.11.08, Бюл. № 21.

МАТЕМАТИЧНИЙ АПАРАТ ІНЖЕНЕРА-ДОСЛІДНИКА

М. Я. РУЖИЛО, старший викладач

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Сьогодні дуже важко назвати галузь науки, промисловості, чи, навіть, народного господарства, де б не використовувались математичні моделі. Але, саме технічні науки розвиваються в найтіснішій взаємодії і співпраці з

математикою. Це проявляється у використанні математичного апарату для вирішення науково-технічних задач, і в той же час, інженерна практика певною мірою орієнтує і стимулює розвиток самої математики – особливо прикладної математики. Наприклад, – теорія диференціальних рівнянь масово використовується для моделювання і розв’язування різноманітних технічних і фізичних задач; - метод найменших квадратів є одним із самих ефективних способів обробки результатів спостережень і має широке застосування в геодезії, агрономії, тощо; - нарисна геометрія слугує фундаментом будівельної справи та архітектури. З іншої сторони, доволі великий перелік чисельних методів математики, що сформувались і розвивались завдяки практичним потребам виробництва.

Взаємодія математичних і технічних дисциплін приводить лише до їх взаємозбагачення. Доволі часто ідеї і методи, розроблені для вирішення конкретних задач певної галузі, отримують в процесі розвитку настільки загальні положення, що їх обґрунтування уже виділяється в окрему математичну теорію. Характерним прикладом є теорія ймовірностей, яка розпочиналася зі спроб встановити закономірності азартних ігор, а з плином часу і завдяки значній роботі науковців-математиків перетворилася в окрему математичну дисципліну, що є основним підґрунтям для надійності технічних систем.

Аналогічно, математична логіка, апарат якої є одним із основних засобів проектування автоматів і моделювання дискретних систем, або неевклідові геометрії, що безпосередньо використовуються при конструюванні літаків і особливо ракет.

Одним з найбільш ефективних результатів взаємодії математики і техніки є створення і розвиток сучасних комп’ютерних технологій, що в свою чергу дозволяє приводити в дію більш масивні і потужні ресурси математики для збільшення виробничих потужностей суспільства.

Оскільки центральне місце в інженерній діяльності займають процеси обробки даних і відповідне прийняття правильних рішень, що направлені на забезпечення надійного функціонування технічних процесів, то важливу роль в цьому співвідношенні відіграє вміння інженера-дослідника вибрати для конкретно поставленої задачі правильну математичну модель.

До математичного апарату інженера-дослідника можна віднести все те з математики, що використовується в інженерній справі. В кожній конкретній галузі основу математичного апарату складають математичні теорії, інтерпретовані на сукупність об’єктів з даної галузі, математична мова, без знання якої неможливе розуміння математичних теорій і математична модель, що є результатом ідеалізації реальної системи у відповідності до поставленої задачі дослідження. Загалом, зі слів В.П. Сігорського – «математичний апарат інженера можна визначити як взаємозв’язану сукупність математичної мови, математичних моделей і методів математики, що орієнтована на вирішення інженерних задач».

Список використаних джерел

1. Г. Хан, С. Шапиро «Статистические модели в инженерных задачах». М., Мир, 1969.
2. В. П. Сигорский «Математический аппарат инженера». К, «Техника», 1977.

УДК 378.147:004

ПРОЕКТУВАННЯ ЗМІСТУ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ БАКАЛАВРІВ ІЗ ТРАНСПОРТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ АГРАРНОГО СПРЯМУВАННЯ

О. А. ДЬОМІН, д. пед. н., доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Для розвитку транспортного забезпечення аграрного сектора нашої країни потрібні професійно підготовлені фахівці, спроможні вирішити багатоаспектні проблеми транспортування вантажів в аграрних підприємствах. Саме тому серед висококваліфікованих кадрів, для ефективнішого функціонування економіки країни на одну з чільних позицій виходять фахівці з транспортних технологій аграрного спрямування.

Проектування змісту підготовки майбутніх бакалаврів із транспортних технологій має враховувати такі вимоги:

- зміст на всіх етапах підготовки має бути спрямованим на реалізацію головної мети підготовки фахівця;
- будуватися на наукових засадах; відповідати логіці та системі, властивих інженерній професійній діяльності у сільському господарстві;
- ґрунтуватися на основі взаємозв'язку між профільючими навчальними дисциплінами;
- відображати зв'язок теорії з практикою;
- відповідати віковим і психофізіологічним можливостям студентів;
- сприяти підвищенню загальнокультурного та професійного рівня підготовки бакалаврів із транспортних технологій;
- здійснюватися на фундаментальній, культурно-гуманістичній основі;
- відповідати сучасним вимогам дидактичного характеру;
- бути орієнтованим на підготовку бакалавра із транспортних технологій не лише для сьогоденних виробничих умов, а й з розрахунком на майбутній розвиток транспортного забезпечення аграрного сектору.

Для забезпечення ефективності проектування змісту підготовки бакалаврів з транспортних технологій було визначено основні компоненти побудови змісту освіти за Н. Коваленко: джерела змісту, соціальний досвід, що включає в собі на кожному рівні розвитку суспільства змістову та процесуальну

складові; чинники, що впливають на зміст освіти; принципи добору змісту освіти як методологічні елементи системи орієнтирів у процесі добору змісту; критерії як безпосередні інструменти визначення конкретного змісту навчального матеріалу; методи добору змісту навчального предмета, що нерозривно пов'язані з методами його побудови.

Для проектування змісту підготовки бакалаврів з транспортних технологій важливо визначити джерела та чинники його добору й конструювання. Зокрема І. Лернер наголошував, що проектування змісту освіти передбачає обов'язкове виявлення джерел та факторів, які впливають на визначення та формування змісту освіти у їх конкретному втіленні. Використовуючи надбання вченого стосовно підготовки фахівців-транспортників аграрного спрямування, до основних джерел проектування змісту освіти слід віднести:

- соціальний досвід;
- види діяльності;
- знання про закономірності засвоєння змісту освіти;
- методи, засоби та організаційні форми навчання;
- умови аграрного навчального закладу;
- сутність і особливості транспортних технологій в сільському

господарстві.

УДК 62-192:535-1/-9

СИСТЕМА ТА ТЕХНОЛОГІЇ ОБ'ЄМНОГО ЗОБРАЖЕННЯ

А. А. ТРОЦЬ, кандидат технічних наук, доцент,
З. В. РУЖИЛО, кандидат технічних наук, доцент,
О. О. БАННИЙ, кандидат технічних наук, доцент,
Ю. І. РЕВЕНКО, кандидат технічних наук, доцент,
О. М. БИСТРИЙ, старший викладач,
Ю. І. ЛИСІКОВ, завідувач лабораторіями

Національний університет біоресурсів і природокористування України,

Для ефективного функціонування складної сільськогосподарської техніки як складних технічних систем (СТС), необхідно володіти інформацією про основні показники її роботи [1, 5]. В сучасних складних сільськогосподарських машинах передбачається автономне обладнання, яке за допомогою відповідних датчиків інформує про реальний стан системи та група датчиків, що передає інформацію на пульт керування. Упорядкованість в роботі СТС досягається об'єднанням результатів постійного моніторингу про стан функціонування машини, її обробку і формування команд автоматизованого контролю за допомогою спеціального комп'ютерного обладнання.

Системи об'ємного зображення можна поділити на: віртуальні і об'ємно-просторові. До віртуальних відносяться стерео-кіно і 3-D зображення. Об'ємний ефект зображення в цих системах досягається використанням спеціальних пристроїв персонального призначення. В першому випадку це спеціальні окуляри, в другому – спеціальний шолом. Таким чином глядач бачить на екрані просторове зображення об'єктів [2, 3]. Бурхливого розвитку останнім часом набули 3-D системи. До об'ємно-просторових систем можна віднести голографічні зображення на площині та голографічні зображення в просторі. Ці системи побудовані на основі спеціальних лазерних технологій відтворення об'ємного ефекту на площині чи в просторі [4, 5].

Нами розроблена система об'ємного зображення на основі взаємодії світлових променів (оптичних), сфокусованих на спеціальний об'ємний елемент (відеоблок), в середині якого утворюється ефект реального об'ємного зображення.

Принцип роботи першого нашого конструктивного рішення описаний в [7]. Система складається з кінопроектора, що створює у відео блоці рухому картинку, і проектора, що створює фон. Відео блок розміщений на грам-пластинці програвача. Обертання і одночасна вібрація грам-пластинки створюють, в сукупності з кіно-проектором і проектором, об'ємне озвучене зображення. Відео блок являє собою об'єм, заповнений в'язкою прозорою рідиною.

На теперішній час нами розроблена система об'ємного зображення з використанням новітніх персональних комп'ютерів (рис. 1.). Система складається з двох комп'ютерів 1, розміщених вертикально в двох перпендикулярних площинах. Лінзи 2 фокусують синхронне зображення комп'ютерів на відеоблок 3. Відео блок 3 виконаний у вигляді прозорого паралелепіпеда, заповненого фоновією речовиною (наприклад, спеціальним матовим димом). Відео блок розміщений на обертовому столику 5, комп'ютери керуються клавіатурами 4.

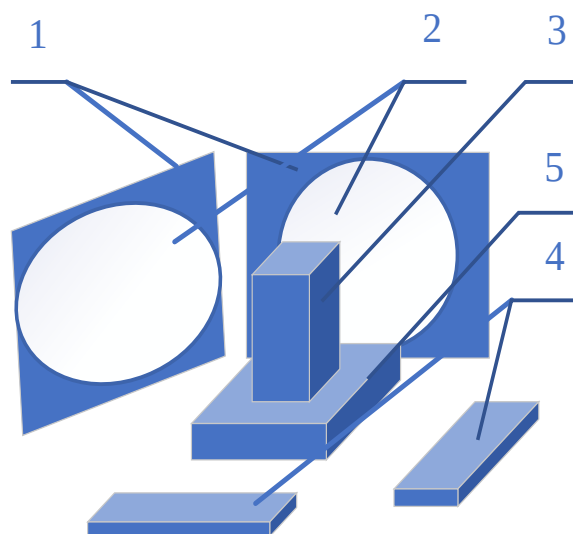


Рис. 1. Будова системи об'ємного зображення:

1. Комп'ютери; 2. Лінзи; 3. Відеоблок; 4. Клавіатура; 5. Поворотний столик.

На Рис. 2. Зображений зовнішній вигляд системи.

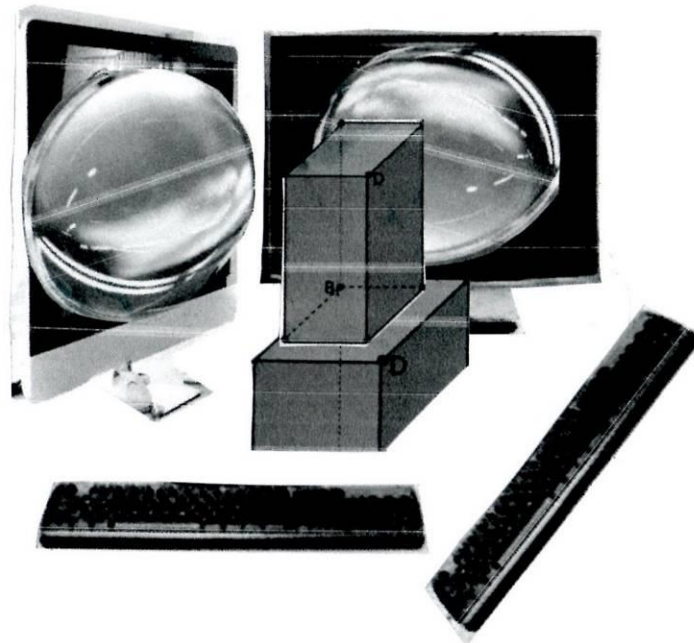


Рис. 2. Зовнішній вигляд системи об'ємного зображення

Сучасні технології мобільного зв'язку дозволяють реалізувати розроблений принцип на базі смартфонів, що суттєво розширює сфери використання таких систем.

Реалізація представлених систем, технологій та методичних підходів сприяє зменшенню випуску дефектної продукції, створює у споживача впевненість у високій якості сільськогосподарської техніки та запобігає виникненню аварійних ситуацій в процесі її експлуатації.

Список використаних джерел

1. Novitskiy A., Karabinhosh S. Some aspects of information support for operability of complex agricultural machinery. Machinery & Energetics. Kyiv. Ukraine. 2018. Vol. 9. No. 2. 241. P. 106–121.
2. В. Миславський (2006). Кінословник. Терміни. Визначення. Жаргонізми Х: ХЧМГУ 328 с.
3. Д. Херн, М. П. Бейкер. Комп'ютерна графіка й стандарт OpenGL. 3-є вид. М. : Вільямс, 2005. 1168 с.
4. Карабинеш С. С. Голографія. Контроль качества деталей. Германия, Саабрюкен, Ламберт. 2016. 233 с.
5. Мала гірнича енциклопедія : у 3 т. / за ред. В. С. Білецького. Д. : Донбас, 2004. Т. 1 : А К. 640 с/
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. Троц А. А., Богорад Ю. Г. Заходи щодо технічної реалізації систем захисту інформації персональних ЕОМ. Актуальні проблеми навчання та виховання людей в інтегрованому освітньому середовищі: IX Міжнародна науково-практична конференція: тези доповідей, місто Київ, Україна, 2008 рік. Київ. 2008. С. 326–327.

УДК 631.51

ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ НАРАЛЬНИКОВИХ СОШНИКІВ

І. С. ХАРЬКОВСЬКИЙ, кандидат технічних наук,

Б. В. ЛИТВИНЧУК, студент

ВСП «Немішаївський ФК НУБіП України»

E-mail: igor-kh@ukr.net

А. В. НОВИЦЬКИЙ, кандидат технічних наук, доцент,

Є. О. ОСАДЧИЙ, студент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: novytskyy@nubip.edu.ua

Проведений в статтях [2, 3] аналіз основних тенденцій розвитку технологій і техніки показує, що науково-технічний прогрес в агропромисловому комплексі України зумовлює соціально-економічний ефект, який переходить у фактичний через сферу економіки, організації, управління і кадри, які раціонально використовують новітню багатофункціональну і багатоопераційну техніку і сучасні технології.

Як зазначають автори наукових робіт [2, 3], подальший розвиток техніко-технологічної бази сільськогосподарського виробництва залежить від реалізації цілого ряду умов, серед яких важливе місце займають наступні:

- забезпечення новою високопродуктивною технікою з можливостями адаптації до конкретних природно-кліматичних і виробничих умов аграрних підприємств;
- створення нових машинних технологій виробництва сільськогосподарської продукції;
- підвищення довговічності робочих органів сільськогосподарських машин;
- високий рівень кваліфікації кадрів, які будуть експлуатувати і обслуговувати техніку нового покоління.

Досягненнями останніх десятиріч в галузі ґрунтозахисних енергозберігаючих технологій, які активно вивчаються науковцями Національного університету біоресурсів і природокористування України (Україна, м. Київ), встановлено, що впровадження технологій мінімального обробітку, крім енергозбереження, сприяє підвищенню врожайності

сільськогосподарських культур. Дослідженнями визначена можливість використання цих технологій в різних зонах України де передбачається скорочення витрат мінеральних добрив, а також отримання економії пального в 2...4 рази [1, 4, 5].

Встановлення довговічності та дослідження динаміки зношування, зміни форм і роботоздатності наральникових сошників проводились в Кіровоградській області при виконанні прямого посіву зернових культур у весняні і осінні періоди. Посівний агрегат складався з тягового засобу – трактору МТЗ-80 і сівалки прямого посіву СТС-2, на якій в 3 ряди встановлювались серійні зі сталі 65 Г і зміцнені наральникові сошники. Вологість ґрунту (чорнозему звичайного) складала 18% при середній твердості 5,6 мПа. Глибина посіву (ходу сошника) встановлювалась згідно агрономічних вимог 50 мм, а швидкість руху посівного агрегату складала $V=7$ км/год.

Кількісна оцінка зміни геометричної форми наральника в процесі зношування зводиться до встановлення наступних основних параметрів: кута атаки, кута нахилу і довжини задньої поверхні при різних величинах напрацювань. Окремо і в комплексі зазначені параметри визначають працездатність і ефективність виконання процесу посіву. Відхилення форми наральникового сошника від початкової закладеної в його конструкцію, приводить до формування поступової функціональної відмови. При цьому постає питання про встановлення саме тих параметрів, граничні значення яких лімітують наробіток сошника на відмову.

Були розглянуті наступні варіанти зміцнення сошників: електродугове наплавлення електродом Т620 – верхнє; електродугове наплавлення електродом Т620 – нижнє; наплавлення ПГ-С1 – нижнє; наплавлення ПГ-С1 – верхнє; серійний сошник сталі 65Г. Всі варіанти зміцнення сошників незалежно від матеріалу і схеми нанесення покриттів привели до зниження інтенсивності їх зношування.

Дослідженнями встановлено, що більш ефективною для формування роботоздатного профілю є наплавлення зносостійким шаром при верхньому його нанесенні. Менше зношування леза при вищій їх гостроті досягається електродуговим наплавленням електродами Т-620.

Список використаних джерел

1. Бойко А. І., Харьковський І. С. Експериментальні дослідження динаміки зношення наральникових сошників. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь,, 2006. Випуск 39. С. 8–89.
2. Новицький А. В. Інноваційність надійного функціонування операторів складних технічних систем «людина-машина» в рослинництві. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2018. Вип. 282. С. 236–244.
3. Новицький А. В. Моніторинг тенденцій розвитку системи технічного обслуговування і ремонту сільськогосподарської техніки. Науковий журнал

«Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів». Харків. 2014, Вип. 2 С. 41–48.

4. Харьковський І. С., Новицький А. В. Аналіз конструкцій сошників для посіву по мінімальному обробітку. SWorld–Симпозиум «Perspective achievements of modern scientists», секція «Техника и технологии», сентябрь 2017. <http://www.sworld.education>.

5. Харьковський І. С., Новицький А. В., Мельник В. І. Конструкції сошників для посіву за мінімальним обробітком. Сучасні проблеми землеробської механіки: XX Міжнародна наукова конференція, м. Миколаїв, Україна, 17–19 жовтня 2019 року: тези конференції. Миколаїв, 2019. С. 266–267.

УДК 631.

ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ГІДРАВЛІЧНИХ ЦИЛІНДРІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

А. В. НОВИЦЬКИЙ, кандидат технічних наук, доцент,

Ю. І. РЕВЕНКО, кандидат технічних наук, доцент,

О. М. ПАЩИНСЬКИЙ, студент магістратури

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: novytskyu@nubip.edu.ua, revenko@nubip.edu.ua

В гідравлічних системах сучасних вітчизняних і сучасних гідроприводів вітчизняного виробництва широке поширення знайшли поршневі гідроциліндри двосторонньої дії серії С (С75/30, С90/30, С100/40), які мають ідентичну конструкцію, але різняться розмірами діаметрів штоків, гільз та поршнів [4]. Одним з агрегатів гідравлічних систем сучасної вітчизняної та зарубіжної сільськогосподарської техніки є силовий гідроциліндр, що призначений для перетворенні енергії робочої рідини, що створюється насосом, в енергію зворотно-поступального руху. При цьому зворотно-поступальний рух дозволяє застосовувати гідроциліндр для переміщення причіпних та навісних робочих органів машин [5].

У наукових статтях [1, 2, 3] зазначено, що близько 6...15% відмов гідравлічної навісної системи сільськогосподарських тракторів тягового класу 1,4 та 3,0 пов'язано з виходом із ладу гідроциліндрів, з яких 42...45% випадків зумовлені несправностями ущільнювальних вузлів, 52% відмов штокового вузла та 40% - поршневого. Встановлено, що 80-відсотковий гамма-ресурс гідравлічних циліндрів в 1,5 рази нижче ніж ресурс, задекларований заводом-виробником і становить 6000 мото-год. роботи трактора.

Згідно з дослідженнями вітчизняних та зарубіжних вчених встановлено, що погнутість штока, зношування робочих поверхонь деталей поршневого і

штокового вузлів призводять до зміщення осі поршня та штока щодо осі передньої кришки та гільзи, внаслідок чого знижується коефіцієнт корисної дії гідроциліндра [2–5].

З метою виявлення необхідності відновлення деталей та вибору раціональних режимів нанесення покриттів необхідні дані про допустимі значення зносу їх робочих поверхонь. Тобто тих значень зносів, при досягненні яких коефіцієнт корисної дії гідроциліндра відповідає допустимому значенню та його подальша експлуатація неможливо.

Однак у технічних вимогах на капітальний ремонт та інший технічної документації дані про допустимі значення зносів деталей гідроциліндрів в даний час відсутні. У ремонтному виробництві одним із найважливішим завданням є оцінка технічного стану та визначення значень функціональних параметрів працездатності гідроциліндрів. При вхідному контролі гідроциліндрів, рішення про встановлення агрегату на капітальний ремонт приймається, якщо відбувається зменшення загального ККД до 0,7 та збільшення питомого обсягу робочої рідини, що виноситься поверхнею штока більш, ніж у 1,2 рази від встановленого нормативними документами значення для гідроциліндрів відповідного типу.

У дослідженнях ряду вчених представлено спосіб оцінки технічного стану за параметрами герметичності ущільнювальних вузлів гідроциліндрів на стендах KI-4815M або ж KI-4200.

Відомий метод оцінки технічного стану гідроциліндрів застосуванням стисненого повітря. Спосіб оцінки герметичності ущільнювальних вузлів гідроциліндрів за швидкістю витоку з робочих порожнин повітря.

У ГОСТі 18464–96 та типовій програмі приймально-здавальних випробувань ПІ-00100102.00.00.01, яка розроблена виробником гідроагрегатів в Україні ЗАТ «Гідросила», представлена методика та умови оцінки технічного стану за питомим обсягом робочої рідини, що витісняється поверхнею штока, та загальним коефіцієнтом корисної дії гідроциліндра під час руху поршня при номінальних тяговому, або тягнучому зусиллі та тиску.

Разом з тим, розглянуті вище способи не дають точну оцінку технічного стану гідроциліндрів. На це вказує також і той факт, що випробування проводяться в нерухомому положенні і без силового навантаження на гідроциліндр, що випробовується.

Список використаних джерел

1. Величко С. А., Чумаков П. В., Коломейченко А. В. Оценка технического состояния силовых гидроцилиндров серии с навесных гидросистем тракторов. Вестник МГУ. 2019. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-tehnicheskogo-sostoyaniya-silovyh-gidrotilindrov-serii-s-navesnyh-gidrosistem-traktorov> (дата обращения: 26.03.2022).

2. Казакевич И. И., Виноградов Ю. В., Толока В. И. и др. Исследование гидроцилиндров, прогнозирование их надежности и долговечности. Вестник машиностроения. 1982. № 8. С. 6–8.

3. Лутина С. А., Новицький А. В. Дослідження характерних відмов та основних способів відновлення деталей гідроциліндрів. Збірник наукових праць «Вісник слухачів магістратури НУБіП України». Факультет конструювання та дизайну НУБіП України. К., 2019. С. 106–108.

4. Черкун В. Е.. Ремонт тракторных гидравлических систем /– 2-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1984. 253 с.

5. Чумаков П. В. Анализ методов оценки технического состояния гидроцилиндров. Энергоеффективность технологий и средств механизации в АПК: материалы Международ. науч-практ. конф. Саранск, 2011. С. 211–217.

УДК 631.51

ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ РОБОЧИХ ОРГАНІВ КУЛЬТИВАТОРІВ

В. Г. ВОЩАН, викладач,

ВСП «Маслівський АФК ім. Гаркавого БНАУ»

А. В. НОВИЦЬКИЙ, кандидат технічних наук, доцент,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: volodimirvosan@gmail.com, novytskyu@nubip.edu.ua

В останні десятиліття в аграрному виробництві для обробки ґрунту використовується велика кількість ґрунтообробних знарядь, включаючи культиватори, розпушувачі, різні типи борін. В зазначених ґрунтообробних агрегатах широко застосовуються робочі органи в яких є стрілчасті лапи [1].

Стрілчасті лапи експлуатуються в умовах прямого впливу абразивних частинок і тому інтенсивно зношуються з відповідною зміною геометричних розмірів, основних параметрів тощо. [1]. Згідно технічних вимог, гарантійне напрацювання стрілчастої лапи культиватора повинне бути не менше 25 – 27 га. Разом з тим, як показує досвід використання таких лап, їх напрацювання на відмову на різних ґрунтах не перевищує 14-19 га.

Зносостійкість стрілчастої лапи ґрунтообробного знаряддя доцільно збільшувати, використовуючи зміцнення їх ріжучих поверхонь. Важливою складовою зазначеного напрямку досліджень є оцінка технічного стану робочих органів культиваторів.

Базовим знаряддям для виконання передпосівної підготовки та розпушування ґрунту, а також знищення бур'янів, як суцільно, так і в міжряддях, є культиватор КПС–4. Він виконується у причіпному і навісному варіантах і використовується переважно з тракторами тягового класу 30 кН [1].

Робочими органами зазначених культиваторів є універсальні стрілчасті лапи з хвостовиками, основні параметри яких обумовлені ОСТ 23.2.164-87 «Лапи і стійки культиваторів». Стандарт передбачає 21 типорозмір універсальних стрілчастих лап як з наплавленням ріжучої крайки зносостійким сплавом, так і без наплавлення. Для культиваторів КПС-4 використовують лапи типорозміру 3 (ширина захвату $B = 270$ мм, товщина металу 8 - 5 мм) і типорозміру 5 ($B = 330$ мм, 8 = 6 мм). Технічні вимоги для стрілчастої лапи передбачає її виготовлення зі сталі 65Г. Твердість ріжучої крайки лапи, виготовленої без наплавлення, після термообробки в загартованій зоні повинна становити 44...54 HRC і не більше 352 HB в незагартованій зоні.

Процес зношування робочих органів культиваторів протікає при їх безперервній взаємодії із ґрунтовою масою. Частинки абразиву, що входять до складу ґрунту, ковзають по металевій поверхні, викликаючи поступову зміну форми та розмірів деталі та зрештою її руйнування. Швидкість і характер зношування робочих органів залежить від природи та властивостей абразивних частинок, і навіть від умов взаємодії з матеріалом деталі. Слід зазначити, що інтенсивність зношування робочих органів культиваторів на різних ґрунтах неоднакова. Середній ресурс лап культиваторів становить від 40 до 100 год. Понад 60% робочих органів культиваторів втрачають свою працездатність через граничне зношування носка і крил по ширині.

Носок лапи відчуває найбільше навантаження і має підвищену інтенсивність зношування. При цьому зменшуються його довжина, товщина та знижується міцність. В результаті кінчик носка підгортається та обламується. Граничне зношування носка лап становить 30 мм. Інтенсивність зношування ріжучої крайки знижується в міру видалення її від носової частини до краю крила. Гостроту леза робочого органу культиватора визначає їх самозагострення. При нормальному та надмірному рівні самозаточування ріжуча крайка лапи культиватора визначається товщиною армуючого шару і радіус її заокруглення при цьому дорівнює половині товщини цього шару. За відсутності самозаточування граничним зносом крайки леза приймають радіус понад 0,5 мм. Граничне зношування крила по ширині стрілчастої лапи становить 15 мм.

Одним із важливих факторів, що впливають на ступінь зношування робочого органу культиватора є вологість ґрунту. Кількість вологи на тій само ділянці ґрунту з часом не однакова, постійно може змінюватись. Зі збільшенням вологості ґрунт стає пухким.

Іншим фактором, що впливає на ступінь зношування лапи культиватора, є щільність ґрунту. При високій щільності ґрунту зростає інтенсивність зношування у верхній грані леза стрілчастої лапи. Потилична фаска переважно впливає на величину тягового опору агрегату. За результатами проведеного аналізу можна зробити висновок, що інтенсивність зношування стрілчастої лапи культиватора залежить від щільності та складу ґрунту. Частинки ґрунту зношують і деформують лапу, що переводить її у непрацездатний стан.

Список використаних джерел

1. Новицький А. В. Інноваційність надійного функціонування операторів складних технічних систем «людина-машина» в рослинництві. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2018. Вип. 282. С. 236–244.
2. Новицький А. В. Моніторинг тенденцій розвитку системи технічного обслуговування і ремонту сільськогосподарської техніки. Науковий журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів». Харків. 2014, Вип. 2 С. 41–48.
3. Новицький А.В., Яковенко Д.О. Харьковський І. С. Аналіз особливостей зношування дискових робочих органів. Тенденції та виклики сучасної аграрної науки: теорія і практика: матеріали III Міжнародної наукової інтернет - конференції, м. Київ, Україна, 20-22 жовтня 2021 року: тези конференції. Київ. 2021. С. 316-317.

УДК 62-73 : 629.063.7

РЕГУЛЯТОР -ЗАПІРНИЙ КЛАПАН

А. А. ТРОЦЬ, кандидат технічних наук, доцент,
З. В. РУЖИЛО, кандидат технічних наук, доцент,
О. О. БАННИЙ, кандидат технічних наук, доцент,
Ю. І. РЕВЕНКО, кандидат технічних наук, доцент,
О. М. БИСТРИЙ, старший викладач,
А. А. ЗАСУНЬКО, асистент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Ефективне функціонування складної сільськогосподарської техніки в значній мірі залежить від інформації про основні показники її роботи [1, 2, 4]. В сучасних складних сільськогосподарських машинах передбачається автономне обладнання, яке за допомогою відповідних датчиків та виконавчих механізмів інформує про реальний стан техніки та група датчиків, що передає інформацію на пульт керування. Упорядкованість в роботі складної сільськогосподарської технік досягається об'єднанням результатів постійного моніторингу про стан функціонування машини і формування команд автоматизованого контролю за допомогою спеціального обладнання та виконавчих механізмів.

Регулятор тиску (рос. регулятор давления; англ. pressure controller, pressure regulator; нім. Druckventil n, Druckregler m) – автоматичний пристрій, чутливим елементом якого служить мембрана або поршень, силове замикання рухомої системи здійснюється вантажем або пружиною, а дія основана на використанні тиску робочого середовища, яке транспортується по трубопроводу.

Регулятор тиску призначений для автоматичного підтримування тиску на заданому рівні в трубопроводі після (регулятор тиску «після себе») або до регулятора (регулятор тиску «до себе»). В регуляторах тиску «після себе» камера над мембраною з'єднується з трубопроводом після регулятора тиску (за напрямом потоку), а в регуляторах тиску «до себе» – навпаки, з трубопроводом до регулятора. Необхідна величина тиску встановлюється задавачем, створенням зусилля під мембраною вантажем на важелі або стиснутою пружиною. Відомі клапани викиду оливи при перебільшенні величини тиску допустимої норми, основані на викиді надлишкової оливи в систему у зовнішнє середовище [2, 4]. Нами розроблена конструкція регулятора-запірного клапана, яка виключає викид оливи при перебільшенні величини тиску та за необхідності закриває мережу. Конструкція регулятора-запірного клапана представлена на рис. 1.

Принцип дії регулятора-запірного клапана полягає в наступному. Олива під тиском поступає у вхідну камеру 1 і через вхідні отвори 7 діє на сільфон 2. Гніздо 4 сільфона 2 за допомогою голки 3 регулює потік оливи, змінюючи вихідний тиск. Олива через вихідні отвори 8 поступає у вихідну камеру 5. Трубки 9, 10 забезпечують рух сільфона 2 в герметичному режимі. При перебільшенні величини тиску оливи у вхідній камері 1 вище заданого рівня, пара гніздол4 – голка 3 перекриває потік оливи.

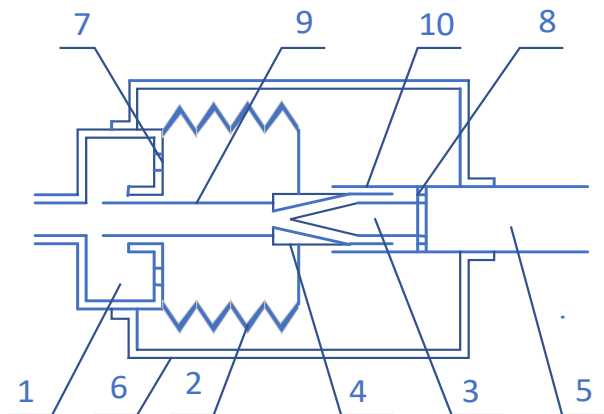


Рис. 1. Конструкція регулятора-запірного клапана:
Вхідна камера; 2. Сільфон; 3. Голка; 4. Гніздо; 5. Вихідна камера; 6. Кожух;
7. Вхідні отвори; 8. Вихідні отвори; 9, 10. Рухомі трубки.

Таким чином розроблено конструкцію клапана тиску оливи з функцією повного перекривання мережі з виключенням необхідності викиду надлишкової оливи в зовнішнє середовище.

Така конструкція клапана суттєво розширює сфери використання розробки. Реалізація представленої конструкції регулятора-запірного клапана, технологій та методичних підходів сприяє створенню у споживача впевненості у високій якості сільськогосподарської техніки та запобігає виникненню аварійних ситуацій в процесі експлуатації сільськогосподарської техніки [3].

Список використаних джерел

1. Novitskiy A., Karabinhosh S. Some aspects of information support for operability of complex agricultural machinery. Machinery & Energetics. Kyiv. Ukraine. 2018. Vol. 9. No. 2. 241. P. 106–121.
2. Іванов А. О. Теорія автоматичного керування: Підручник. Дніпропетровськ: Національний гірничий університет. 2003. 250 с.
3. Новицький А. В., Новицький Ю. А. Технічна оцінка споживчих якостей сільськогосподарської техніки. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК. Київ. 2017. Вип. 264 (2017). С. 293–303.
4. Троц А. А., Богорад Ю. Г. Заходи щодо технічної реалізації систем захисту інформації персональних ЕОМ. Актуальні проблеми навчання та виховання людей в інтегрованому освітньому середовищі: IX Міжнародна науково-практична конференція: тези доповідей, місто Київ, Україна, 2008 рік. Київ. 2008. С. 326–327.

УДК 621.878(075.8)

ЗЕМЛЕРИЙНО-ТРАНСПОРТНІ МАШИНИ НА БУДІВЕЛЬНОМУ МАЙДАНЧИКУ

В. М. БАКУЛІНА, ст.викл.;

І. Ю. ІГНАТЕНКО, студ.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: bakulina88@ukr.net

Різні типи спецтехніки використовують для будівництва будівель і споруд, прокладання нових доріг, створення підводних та інших морських будівельних об'єктів. Важка будівельна техніка використовується для різних цілей в великих проектах. Це полегшує працю і прискорює процес будівництва.

До підготовчих робіт на будівельному майданчику належать очищення територій від каміння, дерев. Як правило, подібною роботою займаються трактори зі змінним навісним обладнанням, під певний вид робіт, що виконуються. Це можуть бути розпушувачі, корчувачі та кушорізи.

Щодо самих землерийних-транспортних робіт, що використовується набагато більше техніки. Це можуть бути бульдозери, грейдери, скрепери і, звичайно, така універсальна техніка як екскаватор.

До окремої групи відносять ущільнювачі ґрунтів, хоча вони використовуються й у дорожньо-будівельній галузі. Як правило, це трамбуючі машини, вібраційні та дорожні ковзанки. Найбільш відомі марки дорожніх котків: XCMG, Hamm, Bomag, Amman, PASKAT, Hyundai, SDLG та ін.



Рис 1. Грейдер - виймально-транспортна та землерийно-планувальна машина, якою планують і профілюють земляні насипи, переміщують і розрівнюють ґрунт

Бульдозери - бульдозери зазвичай використовуються на підготовчому, або на завершальному етапі будівельних робіт. Його функції - розрівнювання майданчиків, переміщення великих об'ємів ґрунту, риття або закопування траншей. Бульдозери досить ефективні, але при цьому прості в експлуатації, економічні і мобільні. За технічними характеристиками бульдозери поділяються на бульдозери загального і спеціального призначення, з поворотним і неповоротним відвалом.



Рис. 2 Один з провідних екскаваторів України САТ® нового покоління

Екскаватори є важливим і широко використовуваним обладнанням в будівельній галузі. Їх основне призначення – це виїмка ґрунту, але крім цього вони також використовуються для інших цілей, таких як підйом вантажів, знос, поглиблення річки, вирубка дерев і т.д. Екскаватори доступні як на колесах, так і на гусеницях.



Рис.3. Екскаватор-навантажувач ELEX 81 виробника «ELVORTI» в м. Кропивницький, Україна.

На екскаваторі-навантажувачі ELEX 81 встановлений двигун Д-245 потужністю 110 к.с., який є найпотужнішим серед аналогів в цьому класі.

Висновок: При автоматичному процесі ручна праця повністю замінюється автоматичними приладами. Роль будівельної техніки є дуже великою у наш час. Виконання земляних робіт за передовими технологіями спрощується в десятки разів саме за допомогою сучасної будівельної техніки.

УДК 631.51

РОЗВИТОК ФІЛЬТРУВАЛЬНИХ СИСТЕМ: ФІЛЬТРИ САЛОНУ МОБІЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ

А. В. НОВИЦЬКИЙ, кандидат технічних наук, доцент,

В. О. ЯСІНСЬКИЙ, студент магістратури

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Р. В. БАЩУК, викладач, **Є. В. ЛАВРІНЕНКО**, студент,

ВСП «Конопотський індустріально-педагогічний фаховий коледж СУМДУ»

E-mail: novytskyu@nubip.edu.ua, bashchuk.roman@ukr.net

В останні роки в Україні, як і в багатьох інших країнах, особлива увага прикута до технічних вимог до робочого місця оператора мобільного енергетичного засобу (МЕЗ), що регламентуються відповідними нормативними документами [1, 2]. У зазначеному стандарті нормується лише тільки два параметри повітря:

- концентрація окису вуглецю в кабіні при працюючому двигуні – не вище 20 мг/м³;
- концентрація пилу в кабіні машини в залежності від вмісту SiO₂.

На сьогодні в Україні відсутні стандарт і відповідне обладнання для проведення випробувань фільтрів салонів на фільтрацію всіх зазначених вище забруднювачів повітря, а їх оцінку проводять тільки за уловлюванням частинок мінерального пилу, використовуючи стандарт на випробування забірників повітря двигунів внутрішнього згорання [2, 3].

Слід також звернути увагу на інформацію про те, що за кордоном для оцінки і випробування фільтрів салону використовують два Міжнародні стандарти:

- ISO 11155-1 – оцінка салонних фільтрів на уловлювання твердих частинок;
- ISO 11155-2 – оцінка салонних фільтрів на уловлювання газів. Для проведення таких випробувань передбачено комплекс спеціального випробувального устаткування.

Як відомо, типова конструкція осучаснених салонних фільтрів включає в себе каркас, на якому закріплено двохшаровий нетканый матеріал, який не містить просочувальних фенолформальдегідних смол та інших токсичних компонентів.

В фільтрах WIX можливість фільтрації частинок розміром до декількох мікрон досягається внаслідок використання явища тяжіння забруднюючих речовин електростатично зарядженими волокнами. Синтетичні волокна мало гігроскопічні, тому салонні фільтри не деформуються під впливом води. Фільтруюча перегородка в салонних фільтрах виготовлена з повністю синтетичного нетканого матеріалу [2-4].

Для більшості моделей МЕЗ, включаючи вантажні автомобілі, трактори та комбайни, можна придбати фільтр у версії з активованим вугіллям. Перевагою зазначених фільтрів з активованим вугіллям є не лише властивість затримувати тверді частинки, але й поглинати шкідливі гази, включаючи діоксид сірки, оксид вуглецю і озон. Завдяки явищу адсорбції, активоване вугілля поглинає шкідливі запахи, запобігаючи їх потраплянню ззовні в кабінку МЕЗ.

Необхідно звернути увагу на той факт, що в салонних фільтрах WIX Filters застосовується антибактеріальна система Microban, завдяки чому вони стали максимально ефективними з точки зору захисту здоров'я оператора МЕЗ. Зазначені салонні фільтри WIX Filters очищають повітря від твердих частинок, включаючи пил, сажу, пилок, видаляють невидимі для людського ока бактерії та алергени, запобігають утворенню цвілі і грибків.

Усі перераховані позитивні якості антибактеріальної системи Microban не лише значно покращують комфортні умови роботи для оператора МЕЗ, але й підвищують здатність його концентруватися на виконанні складних і відповідальних виробничих завдань.

Список використаних джерел

1. ГОСТ 12.2.120-88 «Кабіни й робочі місця операторів тракторів, самохідних будівельно-дорожніх машин, одноосьових тягачів, кар'єрних самоскидів і самохідних сільськогосподарських машин».
2. Новицький А. В., Ружи́ло З. В., Мельник В. І., Харківський І. С., Новицький Ю. А. Розвиток фільтрувальних систем: від класики до модерну. Agroexpert., 2020, №5 (142). С. 62–65.
3. Новицький А. В., Максименко І. А., Йолдич О. О., Новицький Ю. А. Фільтри салонів мобільних енергетичних засобів: екскурс в історію використання. Молодь і технічний прогрес в АПВ. Інноваційні розробки в аграрній сфері: Міжнародна науково-практична конференція: м. Київ, Україна, 7-8 травня 2020 року: тези доповідей. Київ. Том 2. С. 58–60.
4. Новицький А. В., Новицький Ю. А. Вплив розвитку фільтрувальних систем на забезпечення надійної роботи оператора. Надійність сільськогосподарської техніки в системі інноваційних процесів: V міжнародний науково-практичний семінар, м. Київ, Україна, 25 червня 2020 року: тези доповідей. Київ. С. 8–9.

УДК 621.129:631.362

ЕЛЕМЕНТНО-МОДУЛЬНА СИСТЕМА ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

В. В. АУЛІН, д.т.н., проф., **О. М. ЛІВІЦЬКИЙ**, к.т.н.,

А. В. ГРИНЬКІВ, к.т.н., с.н.с.

Центральноукраїнський національний технічний університет

E-mail: aulinvv@gmail.com

У проблемі підвищення надійності функціонування та ефективності використання техніки на підприємствах, фірмах, компаніях, в т.ч. агропромислового виробництва, велика роль належить методам удосконалення системи їх технічного сервісу. Під системою технічного сервісу розуміють сукупність принципів, правил і методів виконання технічних впливів по забезпеченню працездатного стану вузлів, систем і агрегатів сільськогосподарської техніки (СГТ). При цьому технічне обслуговування (ТО) служить для підтримки технічно справного стану машин, а ремонт – відновлення їх технічного стану.

Більшість дослідників удосконалення системи технічного обслуговування (ТО) СГТ розглядає як забезпечення їх експлуатаційної надійності через розробку та ефективність методів обслуговування і ремонту. Вибір стратегії організації системи ТО в сучасних умовах має здійснюватися на основі системно-спрямованого аналізу зміни технічного стану СГТ в процесі експлуатації і зміни витрат на їх обслуговування. При цьому доцільна процедура – побудова узагальненої моделі, що відображає взаємозв'язок окремих складових системи технічного сервісу. У зв'язку з цим одним з основних стратегічних пріоритетів підвищення надійності та ефективності роботи СГТ є вдосконалення систем забезпечення їх працездатності на основі критерію мінімуму витрат на ТО і Р. Існуючі варіанти систем ТО і Р засновані на проведенні профілактичних технічних впливів або спрямовані на усунення пошкоджень після відмови елементів систем і агрегатів СГТ.

До останнього часу єдиною, офіційно чинною є планово-запобіжна система (ПЗС) ТО і Р. Вивчення досвіду експлуатації СГТ у агропромисловому виробництві свідчить, що ця система дозволила дбайливо і раціонально витратити ресурс машин за рахунок виконання регламентованих технічних впливів. Спостерігається неодноразове перевищення періоду експлуатації СГТ амортизаційного терміну служби. Прагнення в даний час до збільшення продуктивного часу за рахунок скорочення терміну перебування у ТО і Р та витрат на забезпечення працездатності машин призводить в кінцевому рахунку до скорочення тривалості їх служби.

В такому випадку використання ТО і Р для парку різномарочних машин є недоцільним при відмовленні від регламентованих технічних впливів. В той час регламент проведення ТО і Р повинен бути більш індивідуальним для кожного

об'єкта спостереження. Це може бути досягнуто тільки при підвищенні інформативності про технічний стан машин. В даний час для забезпечення справності і працездатності СГТ, крім ПЗС, застосовуються заявочна система, яка здійснюється за потребою, тобто по фактичному стану машин. При цьому ТО і Р, ПЗС, а також системи на основі планової діагностики технічного стану базуються на основі проведення технічного діагностування як самостійного виду ремонтно-профілактичного впливу.

При забезпеченні експлуатаційної надійності СГТ існує тенденція переходу від ПЗС ТО і Р до системи обслуговування за технічним станом. Система обслуговування і ремонту за станом має три види робіт: обов'язкові, контрольно-діагностичні, усунення виявлених несправностей. В міру вдосконалення методів і засобів діагностування об'єм обов'язкових робіт зменшується, в такому випадку можливе застосування в "чистому вигляді" тактики ТО і Р за станом. В цій системі обов'язкові роботи і діагностування є плановими, а усунення несправностей або виявлення відмов носить прогностичний та запобіжний характер.

Для транспортних, сільськогосподарських, будівельних та інших машин застосовується змішана система, яка об'єднує в собі елементи першої і другої. В свою чергу змішана система ТО і Р в залежності від методу встановлення періодичності і об'єму технічних впливів поділяється на середньостатистичну і діагностичну. Для середньостатистичної системи в якості основного математичного апарату широко застосовується теорія ймовірності і математична статистика, а для діагностичної – теорія експлуатаційної надійності, що об'єднує в розумних межах детерміновані і ймовірнісні розрахунки.

Для забезпечення достатнього рівня надійності СГТ під час експлуатації, мінімізації витрат і підтримання їх в працездатному стані, а також для забезпечення максимальної ефективності використання, гостро постає питання у розробці нової або удосконаленні існуючої системи технічного сервісу. Зазначене дозволяє забезпечувати необхідний рівень довговічності, експлуатаційної надійності та працездатності СГТ при залученні сучасних засобів та заходів мінімізації витрат.

Визначено, що управлінням технічним станом СГТ, на основі діагностичного інформаційного забезпечення, можна гарантувати прийнятний рівень експлуатаційної надійності впровадженням елементно-модульного методу створення системи технічного сервісу. Основними завданнями методу є: відповідність інтенсивності технічної експлуатації фактичному технічному стану; проведення необхідного і достатнього обсягу робіт технічного сервісу; належне і своєчасне управління ресурсом систем і агрегатів СГТ.

Метод організації системи управління технічним станом елементів СГТ в цілому за діагностичною інформацією дозволяє з достатньою ймовірністю визначити граничний, залишковий та використаний ресурс і найбільш обґрунтовано прийняти конкретні технічні рішення по відновленню їх технічного стану і реалізувати систему технічного сервісу в будь-які моменти

експлуатації, визначити оптимальні терміни та обсяг робіт по ТО, ПР і КР. Крім того, можна планувати більш раціональне використання СГТ.

Оскільки метод синтезованої кількісної оцінки технічного стану базується на показниках діагностичної інформації, ресурсу елементів СГТ та модулів парку машин, то їх працездатний стан в конкретний момент часу можна уявити як функціональну залежність.

Запропонований елементно-модульний метод управління системою технічного сервісу СГТ дає можливість розробити систему управління технічним станом СГТ та парком машин, яким володіє підприємство.

Показано, як розроблений алгоритм управління реалізує комплексний підхід для побудови ефективної елементно-модульної системи ТО і Р. Маючи інформацію про початковий стан для підтримання і належного рівня складу надійності парку машин підприємства та врахувавши умови використання СГТ можливо ідентифікувати стратегію системи ТО і Р та визначити закономірності зміни технічного стану їх елементів. Важливим є врахування конкретних нормативно-правових актів та норм, що регулюють експлуатацію СГТ на підприємстві, оскільки недотримання хоча одного з приписів може призвести до заборони експлуатації того чи іншого рухомого складу.

Управління технічним станом елементів СГТ і модулів парку машин підприємств орієнтовано перш за все, на оперативний контроль ресурсовизначальних діагностичних параметрів технічних систем та їх підсистем, спеціальні режими адаптації на початковому етапі експлуатації, коли експлуатаційні відмови практично відсутні. Виявляються і враховуються особливості впливу режимів роботи СГТ і зовнішніх умов на діагностичну інформацію про їх технічний стан. Отримана інформація у вигляді масиву результатів діагностики різноманітними методами і методиками не може бути одномірною та рівнозначною. Постає необхідність групування та зберігання інформації, що висуває певні вимоги до програмного забезпечення.

Операції діагностування СГТ за елементно-модульним методом проводили в термінах аналогічно за ПЗС, якщо відсутня ситуація критичного або є сумніви щодо певного виду технічного стану. У разі отримання сигналу небезпечного, передаварійного стану, проводиться уточнення причини його виникнення згідно ранжованого ряду інформаційного забезпечення управління технічним станом СГТ. В даному випадку можливе відхилення від зазначеної періодичності та перехід на вищий рівень дослідження, що пов'язано з необхідністю уточнення параметрів технічного стану СГТ.

Зазначимо, що порядок отримання діагностичної інформації в досліджуваних СГТ, при збереженні єдиної структури управління технічним станом елементів, може мати відмінності в термінах та повноті проведення пошукових дій.

Реалізуючи запропонований елементно-модульний метод управління технічним станом, можливо спрогнозувати необхідні операції ТО, що в подальшому будуть відображені в послідовності їх реалізації для реальної експлуатації СГТ досліджуваного парку машин підприємства.

Таким чином, в роботі запропоновано елементно-модульний метод управління системного технічного сервісу СГТ та парку машин підприємства та розроблено алгоритм реалізації методу. Показано, що управління технічним станом елементів СГТ і модулів парку машин орієнтовано на оперативний контроль ресурсовизначальних діагностичних параметрів, спеціальні режими адаптації з урахуванням особливостей впливу режимів роботи транспортних машин і зовнішніх умов. Розроблено порядок виконання діагностичних операцій і технічних дій за елементно-модульним методом в системі технічного обслуговування та ремонту. Показано, що реалізацію запропонованого методу управління технічним станом можливо прогнозувати. Наведено систему прогнозування експлуатаційної надійності технічного стану СГТ за такими їх елементами як двигун і трансмісія. Дано рекомендації коректування технологічних операцій зазначених елементів.

Список використаних джерел

1. Аулін В.В., Лівіцький О.М. Інформаційне забезпечення в системі технічного сервісу, діагностичного моніторингу та охорони праці в с/г виробництві. Конструювання, виробництво та експлуатація с/г машин. 2009 р. Вип.39. С. 287-291.
2. Аулін В.В., Лівіцький О.М. Концепція управління технічним станом і безпекою експлуатації транспортних засобів сільськогосподарського виробництва. Вісник Східноукраїнського національного університету ім. Володимира Даля. 2010. №6(148). С. 173-177.
3. Аулін В.В., Лівіцький О.М., Голуб Д.В. Вплив стратегій технічного обслуговування і ремонту мобільної сільськогосподарської техніки на її стан, умови і охорону праці операторів. Вісник Житомирського національного аграрно-екологічного університету: науково-теоретичний збірник. 2014. Вип. № 2 (45), т.4, ч.ІІ. С. 37-50
4. Аулін В.В., Лівіцький О.М., Замота О.М. Методологія вибору та управління ефективністю використання техніки у сільськогосподарському виробництві. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. 2016. Вип. 29. С.2-12.
5. Аулін В.В., Ливіцкий А., Замота О., Гриньків А. Повышение эффективности использования мобильной сельскохозяйственной техники на предприятиях АПК. MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. 2016. Vol.18. No.2. P. 117-122.
6. Аулін В.В., Гриньків А.В., Лисенко С.В., Лівіцький О.М., Головатий А.О., Дьяченко В.О. Принципи побудови та функціонування кіберфізичної системи технічного сервісу автотранспортної та мобільної сільськогосподарської техніки. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. Technical service of agriculture, forestry and transport systems. 2020. №22. С. 162 - 174.
7. Лівіцький О.М. Вдосконалення технічного сервісу автотракторної техніки в умовах агропромислового виробництва. Вісник

Центральноукраїнського національного технічного університету. 2021. Вип. 4(35). С 36 - 45.

УДК 330.34:658.7

ІНФОРМАЦІЙНО-ЛОГІСТИЧНИЙ ПІДХІД ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАЛЕЖНОГО ТЕХНІЧНОГО РІВНЯ МОБІЛЬНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

В. В. АУЛІН, д.т.н., проф., **А. О. ГОЛОВАТИЙ**, асп.,
А. В. ГРИНЬКІВ, к.т.н., с.н.с.

Центральноукраїнський національний технічний університет
E-mail: aulinvv@gmail.com

Інструментарієм ефективності впливу на забезпечення належного технічного рівня мобільної сільськогосподарської техніки (МСГТ) може бути організація і впровадження логістичної системи в рамках виробничого підприємства організації та проведення технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р) МСГТ. При цьому забезпечується управління рухом матеріальних і інформаційних потоків. В рамках логістичної системи здійснюється логістичне управління, що дозволяє підвищити показники рентабельності і організаційно-економічної стійкості виробничого підприємства ТО і Р МСГТ.

Логістичне управління вимагає певного структурного підходу до подання ресурсів підприємства і постачальницько-виробничо-збутових процесів. Виробниче підприємство ТО і Р МСГТ розглядається як система матеріальних та інформаційних потоків, що зв'язують споживача, виробника і постачальника ресурсів на всіх етапах виробничо-збутового циклу.

Функціонування такої логістичної системи вимагає інформаційного забезпечення, оскільки процес управління являє собою послідовність актів прийняття рішень. Інформаційне забезпечення дозволяє виявити необхідність прийняття рішень, сформулювати набір альтернатив критеріїв і вибрати метод прийняття рішень, а також провести оцінку альтернатив і донести прийняте рішення до виконуючої підсистеми. Інформаційне забезпечення логістичної системи реалізує розвинену інформаційно-логістичну систему підприємства. При цьому завдання логістично-спрямованого підходу на практиці пов'язане з використанням програмного забезпечення, що підтримує рух інформаційних потоків, необхідних для підвищення ефективності виробничого підприємства (підприємства технічного сервісу МСГТ) на основі матеріальних потоків.

В роботі розроблено теоретичні положення щодо організації та впровадження інформаційно-логістичної системи на виробничому підприємстві з використанням логістично-спрямованого підходу, вибір та обґрунтування критеріїв організації і оцінки функціонування для забезпечення належного

технічного рівня МСГТ при ТО і Р.

Логістично-спрямований підхід до управління виробничим підприємством ТО і Р принципово відрізняється від традиційного управління рухом матеріальних ресурсів. Він полягає в потоко-орієнтованому поданні постачальницько-виробничо-збутового процесу. В рамках логістико-спрямованого підходу підприємство узагальнено представляється у вигляді системи потоків двох різних типів: матеріальних та інформаційних. При цьому до матеріальних потоків, при такому рівні поділу, відносяться фінансові та енергетичні потоки, ініційовані людським фактором.

Під логістичним управлінням виробничим підприємством та надання послуг з ТО і Р МСГТ будемо розуміти управління рухом матеріальних і інформаційних потоків в просторі і в часі від їх первинного джерела до кінцевого споживача з метою досягнення підприємством поставлених цілей.

Представлено структуру матеріальних та інформаційних потоків на галузевому машинобудівному підприємстві в процесі його виробничої діяльності в ТО і Р МСГТ.

По діям виробництва і наданні послуг з ТО і Р МСГТ виділяють три сфери: постачальницьку, виробничу і збутову. Залежно від сфери діяльності, яка здійснюється в рамках конкретного виробничого підприємства, воно представляє з себе: виробничу систему; виробничо-збутову систему; постачальницько-виробничо-збутову систему.

Щоб реалізувати логістичне управління слід на підприємстві сформувати логістичну систему – як складну, структуровану економічну систему, що складається з взаємозв'язаних в єдиному процесі управління елементів – ланок і зв'язуючих потоків (матеріальних та інформаційних), що функціонує відповідно до поставлених цілей логістичного управління. Логістична система підприємства функціонує в умовах логістичного оточення. Його утворюють множина факторів макро-, мезо- і мікросередовища.

Визначено, що множина ланок логістичної системи (логістичний ланцюг), лінійно впорядкована з матеріального або інформаційного потоку з метою аналізу або синтезу певного набору логістичних дій і (або) витрат. Сукупність логістичних дій, що реалізується в постачальницькій, або виробничій, або збутовій сферах є базисними логістичними діями.

В якості критеріїв логістичного управління підприємством з ТО і Р МСГТ можуть бути: мінімум загальних логістичних витрат; максимум прибутку від виконання всіх логістичних дій; мінімальне відхилення в термінах виконання логістичних циклів; максимальну якість споживчого сервісу.

Найбільш поширеним завданням логістичного управління на підприємстві, що надає ТО і Р МСГТ, є мінімізація загальних логістичних витрат при дотриманні рівня логістичного сервісу не нижче встановленого. Розглянуто математичну формалізацію цього завдання.

Слід також зауважити, що функція логістики на підприємстві, що надає послуги з ТО і Р МСГТ, взаємодіє з багатьма іншими функціями: маркетингу, фінансів, управління персоналом та ін. Для цих функцій здійснення сукупності

логістичних дій дозволяє реалізувати ті чи інші функціональні стратегії.

Список використаних джерел

1. Аулін В.В., Великодний Д.В. Основні фактори планування та оцінка ефективності транспортно-логістичних систем в АПК. Перспективні напрями розвитку регіональних транспортних та логістичних систем: 2018 рік: матеріали Міжнародної науково-практичної конф., 22-23 травня 2018 р. Харків: ХНАДУ, 2018. С.113-116.
2. Аулін В.В., Головатий А.О. Вплив виробничо-технічної бази автотранспортного підприємства на ефективність його роботи та використання парку машин. Інноваційні технології розвитку та ефективності функціонування автомобільного транспорту: зб. матеріалів доп. учасн. міжнародної науково-практичної інтернет-конф. Кропивницький: ЦНТУ. 2018. С.201-206.
3. Аулін В.В., Головатий А.О. Ефективність створення та функціонування логістичних систем на АТП. Підвищення надійності машин і обладнання: зб. мат. доповідей учасн. XII Всеукраїнської науково-практичної конф. Кропивницький: ЦНТУ, 2018. С. 71-73.
4. Аулін В.В., Головатий А.О. Логістичний підхід в підвищенні ефективності функціонування транспортної системи, на прикладі АТП. Підвищення надійності машин і обладнання: збірник мат. доповідей учасн. X Всеукраїнської науково-практичної конф. Кіровоград: КНТУ, 2016. С.42-45.
5. Аулін В.В., Замота О.М. Економічне обґрунтування ефективності та рентабельності використання транспортних засобів на АТП. Вісник інж. академії України. 2014. №1. С. 160-164.
6. Методологічні основи проектування та функціонування інтелектуальних транспортних і виробничих систем: монографія / Аулін В.В. та ін.; під заг. ред. В.В. Ауліна. Кропивницький: Видавець Лисенко В.Ф., 2020. 428с.
7. Аулін В.В., Гриньків А.В., Головатий А.О. Кіберфізичний підхід при створенні, функціонуванні та удосконаленні транспортно-виробничих систем. Центральнотраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2020. Вип. 3(34). С.331-343.
8. Аулін В.В., Гриньків А.В., Лисенко С.В., Головатий А.О., Голуб Д.В. Теоретичні і методологічні основи логістики транспортної і виробничої системи: монографія, під заг. ред. д.т.н., проф. Ауліна В.В. – Кропивницький: видавець Лисенко С.В., 2021. С.504.
9. Аулін В.В., Голуб Д.В., Лисенко С.В., Гриньків А.В., Дьяченко В.О., Замуренко А.С. Теоретичний підхід до оцінки ймовірностей безвідмовної роботи транспортних та виробничих систем і ланцюгів постачань на основі їх логічних структурних схем надійності. Центральнотраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2020. Вип. 3(34). С.290-304.
10. Аулін В.В., Гриньків А.В., Кіберфізичний підхід в дослідження стану технічних систем. Підвищення надійності машин і обладнання. Increase of Machine and Equipment Reliability: 2020: матеріали Міжнародної наук.-прак.

конф., 15-17 квітня 2020 р. Кропивницький: ЦНТУ, 2020. С.168-169.

11. Aulin, V., Hrynkiv, A., Lyashuk, O., Vovk, Y., et al. Increasing the Functioning Efficiency of the Working Warehouse of the "UVK Ukraine" Company Transport and Logistics Center. Communications-Scientific letters of the University of Zilina. 2020. Vol. 22. №2, P. 3-14.

УДК 621.891:631.31:631.37

ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ РУХОМИХ СПРЯЖЕНЬ СИСТЕМ І АГРЕГАТИВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН ПОЛІМЕРНИМИ КОМПОЗИТНИМИ МАТЕРІАЛАМИ З ВИСОКОМОДУЛЬНИМИ НАПОВНЮВАЧАМИ

В. В. АУЛІН, д.т.н., проф., **А. В. ГРИНЬКІВ**, к.т.н., с.н.с.,

С. В. ЛИСЕНКО, к.т.н., доц., **О. М. ЛІВЦЬКИЙ**, к.т.н.

Центральноукраїнський національний технічний університет

E-mail: aulinvv@gmail.com

Підвищення довговічності рухомих спряжень систем і агрегатів сільськогосподарських машин на основі поєднання системно-спрямованого підходу і синергетичної концепції дало можливість сформулювати вимоги до конструювання трибологічних полімерних композитних матеріалів з високомодульними наповнювачами. Композитні матеріали, з яких виготовлені деталі сільськогосподарських машин, розглядали як відкриті динамічні системи, які еволюційно розвиваються в процесі експлуатації. Принципи синергетичної концепції використано для триботехнічних систем з урахуванням теорії еволюції і самоорганізації при забезпеченні їх самокеруючого і самопідтримуючого розвитку. Виявлено, що в процесі взаємодії елементів трибосистеми формується кооперативність локальних областей їх матеріалів. Зафіксовано виникнення критичного числа таких областей та визначено їх важливість при створенні інформаційного поля про їх функціонування. Показано спрямованість самоорганізації процесів і станів матеріалів деталей в триботехнічній системі та з'ясована доцільність використання висновків синергетичної концепції при конструюванні полімерних композитних матеріалів з високомодульним наповнювачем, а також їх нерівноважність.

Використання деталей, виготовлених з полімерних композитів, та відновлених деталей нанесенням покриттів з цих матеріалів, показало їх ефективність при підвищенні довговічності систем і агрегатів машин. Разом з тим постає важлива проблема оптимізації складу полімерних композитів, вмісту наповнювачів, їх розподілу в полімерній матриці. Потребують розробленню питання розробки методів і способів модифікування матриці і

наповнювачів полімерних композитних матеріалів (ПКМ) потоками речовини і фізичних полів.

Показано, що високу зносостійкість, термостабільність фаз, можливість регулювання морфологією структури та направленістю її елементів повинні мати гетерогенні матеріали ПКМ та їх поверхневі шари, нанесені на деталі машин. Працездатність ПКМ розглядається враховуючи значні розходження в поглядах на вплив структурних їх особливостей та відсутність даних про поєднання компонентів по комплексу характеристик і їх властивостям. Виявлена можливість створення узагальнених критеріїв вибору оптимальних по зносостійкості композиційних матеріалів. Показано, що підвищити зносостійкість ПКМ можливо за рахунок удосконалення їх структури, оптимального поєднання характеристик і властивостей компонентів та реалізації процесів і стану самоорганізації.

В роботі з'ясовано можливості підвищення довговічності рухомих спряжень деталей сільськогосподарських машин на основі системно-спрямованого підходу та синергетичної концепції конструювання трибологічних полімерних композитних матеріалів з високомодульними наповнювачами та розроблення рекомендацій.

Системно-спрямований підхід передбачає розгляд спряжень деталей, що працюють в робочих (технологічних) середовищах триботехнічної системи. При цьому триботехнічні системи складаються із взаємодіючих деталей вузлів, систем і агрегатів машин, робочого (технологічного) середовища, структура, характеристики і властивості матеріалів ПКМ, які в процесі тертя та зношування змінюються в часі. Оскільки процес розвитку будь-якої триботехнічної системи машин повинен розглядатися з системної точки зору, то тільки системно-спрямований підхід дає можливість зрозуміти характер необоротних змін, які відбуваються в ПКМ.

Основу синергетичної концепції досліджень умов та механізмів реалізації процесів і станів різних типів самоорганізації ПКМ і робочого (технологічного) середовища в триботехнічній системі складає сукупність взаємозв'язаних принципів, які полягають в тому, що зміна структури, характеристик і властивостей матеріалів компонентів, особливо полімерних композитів, відбувається завдяки колективній взаємодії в них частинок компонентів та фізичних полів.

В процесі взаємодії елементів триботехнічної системи виявлено кооперативність (колективні дії, когерентність) локальних областей ПКМ, зафіксовано виникнення критичного числа таких областей. На цій основі рекомендовано створення єдиного інформаційного поля про функціонування ПКМ. Показано, що комплекс вибірково залучених локальних областей набуває характеру взаємосприяння на отримання корисного результату в триботехнічній системі.

Оскільки центральне місце в основному синергетичному принципі відводиться принципу самоорганізації, то внутрішня активність триботехнічної системи супротивна розупорядковуючій стихії ентропії і, за певних умов,

приводить до саморуху. Це обумовлює створення методологічної спрямованості самоорганізації процесів і станів в триботехнічній системі.

Поєднання системно-спрямованого підходу і синергетичної концепції, як інтегруючого пошуку закономірностей в трибології ПКМ, дозволяє врахувати результати наукових досліджень проблеми підвищення зносостійкості, а також покращення сукупності властивостей та характеристик матеріалів трибоелементів, робочих (технологічних) середовищ, умов тертя та зношування в триботехнічній системі.

Показано, що створити трибофізичні основи зносостійкості і довговічності триботехнічних систем, з спряженими деталями, виготовлених або зміцнених ПКМ, можливо використовуючи системно-спрямований підхід і синергетичну концепцію. Такий підхід має самостійне, методологічне та наукове значення, оскільки дозволяє уточнити предметне уявлення про зносостійкість і розширити відомості про протікання процесів в матеріалах трибоелементів, робочому (технологічному) середовищі, на межах їх взаємодії та еволюцію станів. За сутністю трибофізичний напрям в машинобудуванні стверджує реалізацію нового механізму тертя на основі ефекту самоорганізації. На відмінну від відомих методів, концепцій та підходів, дана методологія дає можливість встановити взаємозв'язок різних параметрів процесів, стану та властивостей матеріалу деталей з трибофізичної точки зору.

При розв'язанні проблеми підвищення довговічності рухомих спряжень деталей з ПКМ вимоги до структури і властивостей зносостійких ПКМ можуть бути уточнені і конкретизовані в процесі експериментальних та теоретичних досліджень в залежності від типу спряжень деталей, умов тертя і виду зношування. При цьому виявляється наступне: мінімізація пористості; забезпечення гетерогенної структури матеріалу з рівномірним розподілом наповнювача в пружно-пластичній матриці; адгезійний зв'язок між компонентами має бути достатньо міцним. Ідеальною, з погляду триботехнічних вимог, є трифазна структура ПКМ: пружно-пластична матриця, тверді зносостійкі високомодульні наповнювачі (включення) і частинки твердого мастила для забезпечення реалізації правила додатного градієнта властивостей.

Аналіз експлуатаційних характеристик ПКМ рухомих спряжень деталей триботехнічного призначення свідчить, що вони визначаються умовами роботи трибоспряження. З'ясовано, що в широких межах варіюються: низькі значення коефіцієнта тертя і висока зносостійкість; поєднання оптимальної об'ємної і поверхневої міцності з легкою припрацьовуваністю поверхонь спряжених деталей та достатньої в'язкості для виключення крихкого руйнування; висока втомна міцність; здатність утворювати шари вторинних структур; достатня теплопровідність і оптимальні значення коефіцієнта теплового розширення (КТР); наявність запасу твердого або рідкого мастила; економічність і технологічність при виготовленні.

При цьому зміна механічних властивостей матеріалів поверхневих шарів деталей з ПКМ обумовлена зниженням вільної поверхневої енергії і, як

наслідок, зменшується робота, необхідна для збільшення поверхні поверхні, виявлено механізми перетворення механічної енергії в інші форми енергії.

Це можна використати при підвищенні зносостійкості та довговічності деталей, виготовлених з ПКМ: механічні методи активації радикально впливають на реакційну здатність поверхневих шарів матеріалів деталей; механічна активація є методом направленою регулювання фізичних, фізико-хімічних та трибологічних властивостей робочих поверхонь і поверхневих шарів деталей; під впливом механічної активації спостерігаються якісні і кількісні зміни в характері хімічних зв'язків і трансформуванні хімічних складів поверхневих шарів деталей; механо-хімічні методи активації стимулюють розвиток гетерогенних реакцій в приповерхневих шарах.

Оскільки при терті та зношуванні рухомих спряжень деталей в триботехнічній системі спостерігаються нерівноважні процеси, то при конструюванні полімерних композитних матеріалів слід врахувати теорію нерівноважних процесів, з врахуванням еволюції станів матеріалів та ефектів узгодження та корегування їх поведінки. З теоретичної точки зору розглянуто характер зміни ентропії в триботехнічній системі, дисипацію енергії, екстремальний принцип синергетичної концепції та принцип стаціонарної або нелінійної дії. Сформульовано ряд трибологічних принципів створення і обґрунтування доцільності і ефективності використання полімерних композитних матеріалів та вимог до їх структури і властивостей. На основі результатів досліджень зроблені узагальнення, які можуть бути використані при підвищенні довговічності деталей рухомих спряжень, виготовлених з полімерних композитних матеріалів. Полімерний композитний матеріал розглядається як сукупність взаємодіючих ансамблів локальних областей. Аналіз їх структурної організації проводиться з використанням цілочисельної функції з урахуванням структурної ентропії та ймовірного стану. В умовах експлуатації полімерного композитного матеріалу можливо використання принципу максимальної зносостійкості (надійності), згідно якого спряження деталей вузлів, систем, агрегатів машин, працюючих в робочому (технологічному) середовищі мінімізує з ним свою взаємодію.

Список використаних джерел

1. Аулін В.В., Деркач О.Д., Макаренко Д.О., Гриньків А.В. Вплив режимів експлуатації на зношування деталей, виготовлених з полімерно-композитного матеріалу. Проблеми трибології. 2018. №4. С.65-69.
2. Аулін В.В. Трибофізичні основи підвищення зносостійкості деталей та робочих органів сільськогосподарської техніки: дис. ... д-ра техн. наук: 05.02.04 / Хмельниц. нац. ун-т. Хмельницький, 2015. 360 с.
3. Аулін В.В. Визначення об'ємного вмісту наповнювача в антифрикційному композиційному покритті. Машинознавство. 2004. №7(85). С. 49-53.
4. Аулін В.В., Кузик О.В. Динамічне матеріалознавство зон тертя деталей сільськогосподарської техніки. Вісник ЖНАЕУ: наук.-теор. збір. 2014. № 2(45),

т.4, ч.II. С. 102-110.

5. Aulin V., Derkach O., Makarenko D., Hrynkiv A., Pankov A., Tykhyi A. Analysis of tribological efficiency of movable junctions "polymeric-composite materials – steel". Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2019. Vol. 4 (12-100). P. 6-15.

6. Aulin V.V., Derkach O.D., Kabat O.S., Makarenko D.O., Hrynkiv A.V., Krutous D.I. Application of polymer composites in the design of agricultural machines for tillage. Problems of Tribology, V.25, No2/96-2020. 49-58.

7. Aulin V., Kobets A., Derkach O., Makarenko D., Hrynkiv A., Krutous D., Muranov E. Design of mated parts using polymeric materials with enhanced tribotechnical characteristics. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2020. Vol. 5 (12-107). P. 49-57.

8. Aulin V., Derkach O., Makarenko D., Hrynkiv A., Krutous D., Muranov E. Development of a system for diagnosing bearing assemblies with polymer parts during operation. Technology audit and production reserves. 2020. № 5/1(55), pp.18-20.

9. Aulin V.V., Hrynkiv A.V., Smal V.V., Lysenko S.V., Pashynskiy M.V., Katerynych S.E., Livitskiy O.M. Basic approaches and requirements for the design of tribological polymer composite materials with high-modulus fillers. Problems of Tribology, V.26, No 4/102-2021, P. 51-60.

УДК 631.372+62-192

РОЛЬ ЕКВІДИСТАНТНОСТІ СПРЯЖЕНЬ ДЕТАЛЕЙ МАШИН В ЇХ ПРИПРАЦЮВАННІ

В. В. АУЛІН, д.т.н., проф., **А. Є. ЧЕРНАЙ**, асп.,
А. В. ГРИНЬКІВ, к.т.н., с.н.с.

Центральноукраїнський національний технічний університет
E-mail: aulinvv@gmail.com

В проблемі підвищення надійності мобільної сільськогосподарської (МСГТ) та автотранспортної техніки (АТТ) безпосередньо мова йде про процеси зміни технічних параметрів спряжень деталей систем і агрегатів. Інтенсивність і характер протікання цих процесів істотно залежать від відхилень форми і точності взаємного розташування робочих поверхонь деталей в спряженнях в процесі експлуатації.

Особливо проблемними у цьому ракурсі є прецизійні спряження деталей МСГТ і АТТ, а також деталей з поверхневими шарами високої твердості. Ефективність реалізації процесів припрацювання та відновлення ресурсовизначальних спряжень деталей можливо забезпечити на основі високої

якості і усунення відхилення взаємного розташування і форми деталей, а також високий ступінь підготовки їх до сприйняття експлуатаційних навантажень.

Зазначено, що більшість методів припрацювання і відновлення спрямовані на прискорення процесів, а не на перенесення умов пристосування спряжених поверхонь на початковий період їх роботи, що є недостатньо ефективним при підготовці робочих поверхонь деталей. Відсутність відомостей про динаміку зміни технічного стану спряжень деталей не дає можливості ефективно управляти процесами припрацювання та відновлення. Особливе це стосується процесів, які спостерігаються через певний тривалий час або обумовлюють надмірний знос. Застосування ряду покриттів і захисних плівок в спряженнях деталей створює перехідний шар, що приховує неприпрацьовані поверхні, і після зносу, під час експлуатаційних навантажень. Зазначене може викликати задири і схоплювання. Використання добавок в оливу зменшує коефіцієнт тертя, але ускладнює припрацювання деталей з геометричними відхиленнями. Їх додавання до палива – призводить до утворення абразивних продуктів зносу, що забезпечує усунення геометричних відхилень за рахунок надлишкового зносу. Використання некерованих електричних полів і неефективних олив обумовлює наявність абразивних продуктів за рахунок електроерозійної дії на робочу поверхню деталі, призводить до максимального локального зміцнення і, в той же час, зменшує ресурс.

Показано, що використання змінного електричного струму та електроліту в процесах припрацювання прискорюється взаємне пристосування поверхонь деталей з різних матеріалів, типів спряжень і видів геометричних відхилень і одночасно реалізується ефективно підвищення надійності вузлів, систем і агрегатів машин. Виявлено, що процеси припрацювання найбільш ефективні при формуванні еквідистантних спряжених поверхонь деталей. Розглянуто основні типи прецизійних спряжень деталей гідроагрегатів та дано їх характеристики.

З'ясовано, що необхідною умовою для розуміння ролі зовнішнього середовища в процесах терті, зношування та пов'язаної з ними пошкоджуваності деталей є результати, досягнуті у вивченні формування на їх поверхнях змащувальних плівок та несучої здатності. Особливим напрямком у вивченні еквідистантних спряжень є вплив поверхнево-активних середовищ (ПАС) на стан матеріалів деталей спряжень в умовах механічного навантаження

Дослідженнями встановлено, що зниження ресурсу спряження деталей викликається неповним формуванням фактичної площі плями контакту і фактична опорна поверхня деталей після їх механічної обробки надзвичайно мала. Дуже важливо при припрацюванні спряжень деталей забезпечити негативний градієнт механічних властивостей по глибині припрацювання поверхні деталі. Аналіз відмов гідроприводів в процесі проведення припрацювання показує, що основне число відмов обумовлено ушкодженнями і руйнуваннями в спряженнях внаслідок схоплювання спряжених поверхонь деталей. Після абразивного притирання, особливо в режимі полірування, має

місце наклеп. При цьому твердість поверхневого шару збільшується в 1,5...3,0 рази, а глибина наклепаного шару, в залежності від матеріалу деталі, становить 15...20 мкм. Чим м'якше матеріал, тим більша ступінь його наклепування. Тому має місце негативний градієнт механічних властивостей, тобто міцність адгезійного зв'язку поверхневих шарів вище, ніж міцності нижчих глибинних шарів, що і є причиною схоплювання матеріалів деталей. В цьому випадку руйнування відбувається в більш слабкій локальній області і на значній глибині від поверхні.

З'ясована можливість поліпшення експлуатаційних характеристик поверхонь тертя основних спряжень деталей, вузлів і агрегатів машин на основі механізму формоутворення еквідистантних спряжених поверхонь тертя деталей в різних режимах тертя. Розроблено схему впливу сукупності факторів запропонованого методу на інтенсивність зносу.

З'ясовано, що основними факторами методу припрацювання і відновлення є: форма зони контакту; вид і режим тертя; властивості поверхонь тертя; фактори зовнішнього впливу. Очевидно, що від початкової геометрії робочих поверхонь деталей істотно залежить процес припрацювання і відновлення, якість робочих поверхонь, зносостійкість і надійність роботи спряжень деталей. Поверхні тертя спряжених деталей при реалізації методів триботехнічного припрацювання та відновлення зазнають три основних етапи, режим тертя на яких визначається числом критерію Зоммерфельда S_m .

Запропонована триботехнологія використання методу накладання змінного електричного струму малої напруги і великої по величині струму на спряженнях деталей різного типу є інноваційним рішенням. Характерним також є наявність електроліту в зазорі між деталями, трибологічно активних добавок до олив, а також використання матеріалів, що є трибологічно ефективними в режимах сухого тертя.

Виявлено, що метод накладання змінного електричного струму покращує триботехнічні характеристики поверхонь тертя. Зміна форми робочих поверхонь деталей відбувається на всіх етапах припрацювання і відновлення, що неможливо при звичайних методах, які базуються на механічному зношуванні або при створенні різного виду плівок на поверхнях тертя. Формоутворення робочих поверхонь при реалізації запропонованих триботехнологій відбувається завдяки електрохімічній і механічній складових впливу на матеріали деталей в процесі припрацювання і відновлення.

Для компенсації неточностей форми деталей і похибок складання вузлів, системи і агрегати МСГТ і ТМ піддають обкатці, при якій відбувається припрацювання і відновлення поверхонь тертя. Найбільш ефективним прийомом прискорення припрацювання і відновлення з підвищенням показників зносостійкості і надійності є використання суміщених процесів впливу на припрацьовані поверхні.

Розглядом факторів, що впливають на інтенсивність знімання матеріалу робочих поверхонь спряжених деталей при припрацюванні і відновленні встановлені наступні: форма зони контакту, вид тертя, властивості поверхонь

тертя і фактори зовнішнього впливу. При цьому важливим є вплив початкової геометрії поверхонь тертя на протікання процесу припрацювання і відновлення поверхонь тертя.

Вплив різних факторів процесів запропонованих триботехнологій припрацювання і відновлення дозволив формувати зносостійкі спряжені поверхні деталей. Механічне активування сприяє травленню електролітом робочих поверхонь деталей спряжень в зоні їх безпосереднього контакту, а наявність поверхневих плівок і газоутворення зменшує розтравлювання поверхонь, розділених електролітом.

Показано, що можливим шляхом вирішення завдання підвищення якості припрацювання основних спряжень деталей гідроагрегатів може бути розробка триботехнологій припрацювання та відновлення на основі законів протікання електрохіміко-механічних процесів. Однак для даних спряжень на застосовуваних електролітах воно ускладнене, оскільки при великих навантаженнях і малих зазорах має місце граничний режим тертя, що зменшує дію електрохімічної складової на процес припрацювання і відновлення. У даній ситуації більш ефективними є використання рідких адсорбентів в складі електроліту, які адсорбуючись на поверхнях тертя запобігають розвитку на них тріщин. У той же час, при механічній взаємодії поверхонь спостерігається їх активація в локальних місцях, очищенням від адсорбентів, і забезпечення електрохімічної взаємодії. Одним з таких адсорбентів є олеїнова кислота, широко застосовувана як добавка до технологічних олів, а в гідравлічних машинах – як протизадирний засіб.

Список використаних джерел

1. Аулін В.В. Трибофізичні основи підвищення зносостійкості деталей та робочих органів сільськогосподарської техніки: дис. ... д-ра техн. наук: 05.02.04 / Хмельниц. нац. ун-т. Хмельницький, 2015. 360 с.
2. Аулін В.В., Лисенко С.В., Кузик О.В., Гриньків А.В., Голуб Д.В. Трибофізичні основи підвищення надійності мобільної сільськогосподарської та автотранспортної техніки технологіями триботехнічного відновлення: монографія. Кропивницький: Лисенко В. Ф., 2016. 303 с.
3. Аулін В.В., Лисенко С.В., Гриньків А.В. Модель надійності деталей транспортних машин за процесами реалізації триботехнологій їх припрацювання і відновлення. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки : зб. наук. пр. Кропивницький : ЦНТУ, 2019. Вип. 2 (33). С. 50-64.
4. Аулін В.В., Чернай А.Є., Замота Т.М. Шляхи розв'язання проблеми підвищення ресурсу золотникового гідророзподільника мобільної сільськогосподарської та автотранспортної техніки. Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь: III Всеукр. наук.- практ. конф. : тез. доп., 29-30 бер. 2017 р., Житомир. Житомир, 2017. С. 236-237.
5. Аулін В.В., Замота Т.М., Чернай А.Є. Підвищення довговічності

золотникового гідророзподільника МСГТ та АТТ триботехнологіями припрацювання і відновлення. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів : науковий журнал. 2017. № 8. С.121-127.

6. Аулін В.В., Лисенко С.В., Гриньків А.В. та ін. Можливості технологій триботехнічного відновлення для підвищення зносостійкості і довговічності спряжень деталей транспортних засобів. Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті : наук. жур. Луцьк : Луцький НТУ, 2018. №1(10). С. 5-11.

7. Aulin V., Lysenko S., Hrynkiv A., Velykodnyi D., Chernai A., Lukashuk A. Regularities of dynamics of change in tribotechnical characteristics of coatings formed by tribotechnologies of restoration. Problems of tribology, 2019. №1. P.73-80.

8. Aulin V., Lysenko S., Hrynkiv A. et al. Creation of theoretical bases of tribotechnologies of running-in and restoration as means of effective increase of operational wear resistance of motor transport and mobile agricultural machinery. Problems of tribology, 2021. № 1. С. 51-58.

9. Аулін В.В. Фізичні основи процесів і станів самоорганізації в триботехнічних системах: монографія. Кіровоград: Вид. Лисенко В.Ф., 2014. 370 с.

10. Aulin V., Lysenko S., Lyashuk O., Hrinkiv A., Velykodnyi D., Vovk Y., Holub D., Chernai A. Wear resistance increase of samples tribomating in oil composite with geo modifier KgMf-1. Tribology in Industry, 2019, 41 (2), pp. 156-165.

11. Aulin V., Hrynkiv A., Lysenko S., Zamota T., Pankov A., Tykhyi A. Determining the rational composition of tribologically active additive to oil to improve characteristics of tribosystems. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2019. 6 (12-102), pp. 52-64.

УДК 656:338

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ОЦІНКИ НАДІЙНОСТІ І ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНІЧНИХ ТА ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ

Д. В. ГОЛУБ, к.т.н., доц.

Центральноукраїнський національний технічний університет

E-mail: aulinvv@gmail.com

Необхідність підвищення готовності до використання за призначенням транспортних і технічних систем є причиною пошуку шляхів становлення і розвитку теорії їх надійності і ефективності. Сутність змістовної частини будь-якої теорії визначається використаним в ній загальнонауковим концептуальним підходом, що базуються на критичному осмисленні системи принципів і способів організації та побудові теоретичної і практичної діяльності систем. З

цієї точки зору в порівняльному аналізі системно-спрямований підхід будується на виконанні вимог до будь-яких досліджень в частині різностороннього розгляду транспортних і технічних систем, з урахуванням всіх істотних їх факторів, як об'єктів, які представляються у вигляді єдиного цілого, що складається з взаємозв'язаних елементів і підсистем, підпорядкованих досягненню спільної цільової функції. У свою чергу, системно-спрямований підхід трактується як загальна методологія науки, яка базується на існуючих методологічних світоглядних концепціях.

В той час системно-спрямований підхід не відображає змісту всієї сукупності принципів, що забезпечують розвиток систем, в зв'язку з чим вони не можуть самостійно розглядатися як найбільш універсальні і базові для розробки теорії надійності і ефективності.

Виходячи з цього, сформульована гіпотеза про найбільш універсальний, концептуальний підхід дослідження транспортних та технічних систем, залишаючись комплексними, повинні відображати не тільки їх як системну організацію побудови, але й еволюційний і управлінський аспекти, що забезпечують постійне вдосконалення і підвищення ефективності та надійності. Це так званий фізико-інформаційний підхід.

Якщо науковим фундаментом системно-спрямованого підходу є загальна теорія систем, то науковим фундаментом фізико-інформаційного підходу вважають фізичний зміст стану систем в інформаційному відображенні.

Важливим принципом фізико-інформаційного підходу дослідження технічних і транспортних систем слід вважати і визначення алгоритму його реалізації в області практичного застосування. Алгоритм містить наступні операції:

- встановлення актуальних, програмних цілей, формування і постановка завдань по їх досягненню;
- вибір для досягнення цих цілей об'єктів і засобів у формі систем відповідної їм складності;
- визначення характерного для цих систем робочого (технологічного) та зовнішнього (оточення) середовищ протягом усього періоду їх існування;
- вивчення передісторії, стану і можливих напрямків розвитку обраної системи, її зовнішнього середовища і процесів їх взаємодії;
- встановлення параметрів, що визначають ефективність цієї системи та формування програмних її рівнів повної якості, що враховує ступінь досягнення поставлених цілей з їх використанням та пов'язаних з цим витрат;
- організація замкнутих контурів підвищення ефективності системи для цілеспрямованого переведення її з існуючого в прогнозований стан;
- моделювання і максимальна формалізація системи, робочого (технологічного) і зовнішнього середовищ і всього, що має відношення до об'єктів, процесів і факторів на основі математичного та обчислювального забезпечення з їх фізичним змістом;

- реалізація процесів підвищення ефективності системи на основі використання всієї необхідної інформації, що циркулює по каналах прямого і зворотного зв'язку.

З позицій сучасного наукового рівня розуміння технічних і транспортних систем, структура фізико-інформаційного підходу представлено на рис. 1.

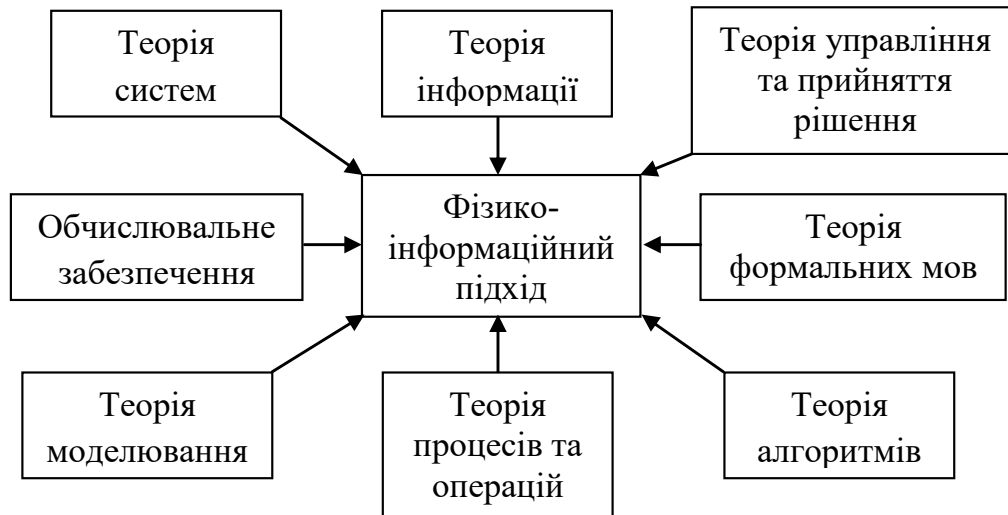


Рисунок 1 – Структура фізико-інформаційного підходу з напрямками його реалізації

Зазначимо, що фізико-інформаційний підхід обрано в якості концептуального підходу для побудови змістовної частини загальної теорії підвищення ефективності та надійності транспортних та технічних систем на сучасному етапі. Рішення проблеми подальшого розвитку теоретичного забезпечення процесів дослідження та застосування зазначених систем, в основі яких лежать процеси підвищення їх ефективності та надійності, стало науковим фундаментом для формування фізико-інформаційного підходу.

Розроблено структурну схему розвитку методології дослідження сучасних транспортних і технічних систем (рис 2).

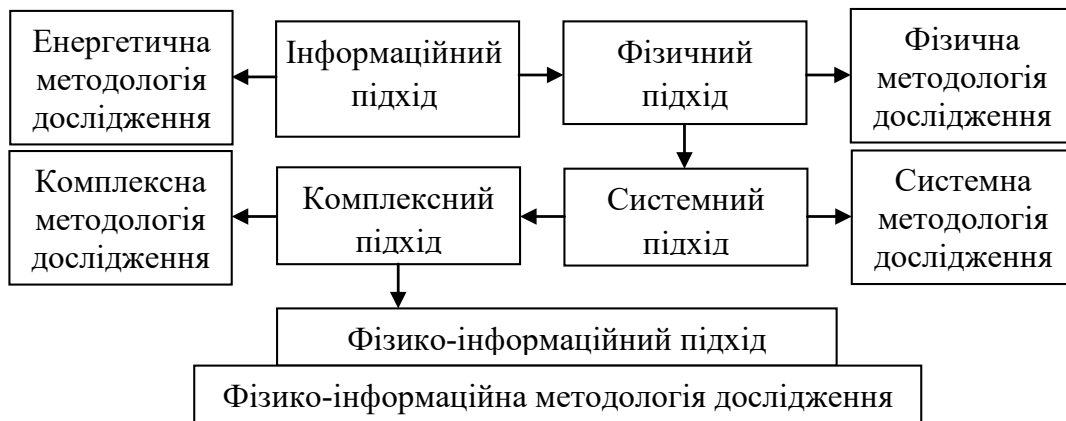


Рисунок 2 – Схема розвитку фізико-інформаційної методології дослідження транспортних та технічних систем

Здійснюючи теоретичне узагальнення з позицій фізико-інформаційного підходу, досвіду розробки, експлуатації можна уявити структуру методології підходу як продукту розвитку загальної теорії створення і дослідження, вдосконалення та забезпечення надійності та ефективності функціонування транспортних та технічних систем різного призначення, які мають багаторівневу ієрархічну структуру.

Виявлено, що мають місце процеси, коли зовсім нові і цілком працездатні системи застарівають так швидко, що не встигає навіть встоятися супроводжуючий понятійний апарат та програмно-математичне забезпечення, що ускладнює розуміння один одного, виробників і користувачів транспортних і технічних систем. Фізико-інформаційний підхід стосовно конкретних технічних транспортних систем, може бути успішно реалізований тільки на основі всебічного аналізу їх властивостей, призначення і областей застосування при дослідженні і розв'язанні проблеми надійності і ефективності їх функціонування.

Список використаних джерел

1. Методологічні і теоретичні основи забезпечення та підвищення надійності функціонування автомобільних транспортних систем : монографія / В. В. Аулін, Д. В. Голуб, А. В. Гриньків, С. В. Лисенко. - Кропивницький : ТОВ "КОД", 2017. - 369 с.

2. Аулін В.В., Гриньків А.В., Головатий А.О., Лисенко С.В., Голуб Д.В., Кузик О.В., Тихий А.А. Методологічні основи проектування та функціонування інтелектуальних транспортних і виробничих систем: монографія під заг.ред. д.т.н.,проф. Ауліна В.В.-Кропивницький: Видав. ФОП Лисенко В.Ф., 2020.-428 с.

3. Аулін В.В., Голуб Д.В., Біліченко В.В. Методологічний підхід до визначення рівня якості функціонування транспортних систем. - Вісник машинобудування та транспорту. №1, 2018. С. 4-9.

4. Аулін В.В., Голуб Д.В., Лисенко С.В., Гриньків А.В. Методологія визначення основних експлуатаційних властивостей та якості функціонування транспортних і технічних систем. - Вісник інж. академії України. – 2017. – №2. – С.110-115.

УДК 629.083

КІБЕРФІЗИЧНІ ОСНОВИ СТВОРЕННЯ ЕФЕКТИВНОЇ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ МАШИН

А. В. ГРИНЬКІВ, к.т.н., с.н.с.

Центральноукраїнський національний технічний університет

E-mail: aulinvv@gmail.com

Обґрунтовано необхідність вдосконалення систем технічного (ТС) машин в умовах зростання обсягів інформації про технічний стан транспортних машин та багатовимірності управлінських ситуацій. Показано, що в основу розв'язання цієї проблеми доцільно покласти методи кіберфізичного підходу й врахувати їх при створенні, функціонуванні та удосконаленні системи ТС машин. Виявлено нові властивості і можливості кіберфізичних систем (КФС), а також управління ними. З'ясовано, що при побудові концептуальних та компонентних моделей кіберфізичних систем, необхідно розглянути їх структуру, з'ясувати їх схожість і відмінності з іншими системами. В якості методологічного інструментарію таких систем використовується системний і структурний аналізи. Показано, що комунікаційні особливості кіберфізичних систем ТС є умовою їх реалізації при організації, функціонуванні та удосконаленні. Функціонування кіберфізичних систем свідчить, що вони є прогресивним кроком до створення інтелектуальних систем ТС нового покоління. Це передусім система технічного сервісу транспортних машин та мобільної сільськогосподарської техніки, що базується на інтелектуальній стратегії їх технічного обслуговування та ремонту.

Зазначимо, що проблема управління кіберфізичними системами ТС тісно пов'язана із сучасною проблемою обробки великою за обсягом бази даних (інформації про технічний стан машин), зростання складності управлінських ситуацій і систем управління таких систем вимагає застосування ряду радикальних науково-практичних рішень. Одним з варіантів такого рішення є розподілене інтелектуальне мережеве управління, засноване на застосуванні кіберфізичного підходу при створенні, функціонуванні та удосконаленні системи ТС.

З точки зору концепції механізму роботи КФС, то вона аналогічна механізму роботи мультиагентних систем (МАС). Разом з тим КФС мають більшу мобільність агентів і наявне включення в середовища фізичного та інтелектуального просторів розподіленого колективного обчислення.

В кіберфізичній системі технічного сервісу машин увагу зосереджено на розробці інтелектуальної стратегії технічного обслуговування та ремонту, яка є найбільш ефективною з економічної точки зору. При цьому, актуальними залишаються методи формування системи транспортно-технологічного забезпечення на основі кіберфізичного підходу та концептуальний підхід функціонування кіберфізичних систем ТС. Зазначене передусім стосується логістичних підприємств ТС. На основі досліджень виявлено, що підвищується

ефективність функціонування системи ТС при реалізації фізико-інформаційного підходу, автоматизації і інформатизації транспортних засобів на основі розподільної системи управління мехатронними модулями. На основі кіберфізичного підходу можлива організація логістичних центрів систем ТС в Україні, а на основі структурно-функціональних резервних схем процесу доставки запасних частин забезпечується ефективність функціонування систем ТС.

Показано, що згідно кіберфізичного підходу кіберфізичні системи ТС створюються на основі інтеграції спеціальних технологій: Інтернет речей (Internet of things – IoT); вбудовані системи (Embedded system – ES); повсюдні (Ubiquitous computing – UC) і хмарні обчислення (Cloud computing – CC); мережевий обмін (Network exchange – NE).

Основним недоліком КФС є складність їх побудови і функціонування, що вимагає залучення фахівців в процесі створення і підтримки. Складність кіберфізичних систем ТС обумовлює і складність загального їх визначення, їх функціонування та удосконалення, які подають через перерахування сукупності їх функцій, що обумовлює їх реалізацію з різних аспектів. Наприклад, в аспекті інтегрованих КФС враховується комплекс обчислювальних, мережевих і фізичних процесів. В аспекті управління КФС – це розподілені системи управління, які містять вбудовані комп'ютери і обчислювальні вузли з управлінням сукупністю фізичних процесів. В аспекті методики обчислення КФС являють собою розподілені системи управління, які містять ланцюги зворотних зв'язків, в яких фізичні процеси впливають на обчислення і навпаки.

Оскільки кіберфізичний підхід до побудови, функціонування і удосконалення кіберфізичних систем ТС розвивається динамічно, то в даній роботі створені його теоретичні основи та розроблені нові додатки впровадження на практиці, що мають високий рівень надійності і ефективності.

Список використаних джерел

1. Аулін В.В., Гриньків А.В., Ляшук О.Л., Великодний Д.О. Принципові основи організації та вдосконалення системи технічного сервісу транспортних машин. Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу с-х машин і знарядь: збірник тез V Всеукраїнської науково-практичної конференції, 28-29 березня 2019 р. Житомир:

2. Аулін В.В., Гриньків А.В. Теоретичний аналіз діагностичних параметрів технічного стану систем та агрегатів засобів транспорту за допомогою методів теорії чутливості. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. 2017. Вип. 262. С. 227-239.

3. Аулін В.В., Гриньків А.В. Метод визначення тенденцій зміни технічного стану засобів транспорту з використанням критеріїв статистичної інформативності та відносної чутливості. Крамаровські читання: зб. тез доповідей V Міжнародної науково-технічної конференції, 22-23 лют. 2018 р., К.: Видавничий центр НУБіП України, 2018. С. 132-135.

4. Аулін В.В., Великодний Д.О., Дьяченко В.О. Оптимізація і управління ресурсами в транспортно-логістичній системі АПК. Міжвузівський збірник "Наукові нотатки". Луцьк: Луцький НТУ, 2018. №62. С.8-11.
5. Аулін В.В., Голуб Д. В., Гриньків А.В. Концептуальний підхід дослідження функціонування транспортних систем. Перспективні напрями розвитку регіональних транспортних та логістичних систем: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 22-23 травня 2018 р. Харків: ХНАДУ, 2018. С.14-17.
6. Аулін В.В., Голуб Д.В., Гриньків А.В. Удосконалення системи транспортного обслуговування підприємств агропромислового виробництва. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин, Кропивницький: ЦНТУ, 2017. вип. 47, ч.ІІ. С. 3-10.
7. Aulin V., Velykodnyi D., Dyachenko V. Concept of development and formation of transport-logistic systems in the agroindustrial complex. Modern Management: Logistics and Education. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2018. P.165-169.
8. Аулін В.В., Голуб Д.В. Реалізація фізико-інформаційного підходу дослідження проблеми підвищення надійності та ефективності функціонування транспортних систем. Вестник ХНАДУ, 2018. вып. 81. С.21-28.
9. Aulin V., Pavlenko O., Velikodnyy D., Kalinichenko O, Hrinkiv A., Diychenko V., Dzyura V. Methodological approach to estimation of efficiency of the facing of the stock complex of transport and logistic centers in Ukraine. ICCPT 2019: Current Problems of Transport: Proceedings of the 1st International Scientific Conference, May 28-29, 2019, Ternopil, Ukraine. С.120-134.
10. Аулін В.В., Гриньків А.В. Кіберфізичний підхід в дослідження стану технічних систем. Підвищення надійності машин і обладнання. Increase of Machine and Equipment Reliability: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 15-17 квітня 2020 р. Кропивницький: ЦНТУ, 2020. С.168-169.
11. Аулін В.В., Гриньків А.В., Головатий А.О. Інтелектуальні транспортні системи як результат впровадження інноваційних ефективних технологій. Підвищення надійності машин і обладнання. Increase of Machine and Equipment Reliability: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 15-17 квітня 2020 р. – Кропивницький: ЦНТУ, 2020. С.207.
12. Аулін В.В., Гриньків А.В., Головатий А.О., Кернус Р.О. Необхідність розроблення нової системи організації та управління логістичними потоками. Підвищення надійності машин і обладнання. Increase of Machine and Equipment Reliability: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 15-17 квітня 2020 р. Кропивницький: ЦНТУ, 2020. С.236-237.

УДК 621.892:629.083

ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ МАШИН ТРИБОЛОГІЧНОЮ ЕФЕКТИВНІСТЮ РУХОМИХ СПРЯЖЕНЬ ДЕТАЛЕЙ З МАСТИЛЬНИМ СЕРЕДОВИЩЕМ

С. В. ЛИСЕНКО, к.т.н., доц.

Центральноукраїнський національний технічний університет

E-mail: aulinvv@gmail.com

Підвищення ресурсу функціонування рухомих спряжень деталей силових агрегатів транспортних машин (ТМ) з моторною та трансмісійною оливами розглянуто виходячи з підвищення їх трибологічної ефективності. Показано, що якість робочих олив і конструктивні характеристики силових агрегатів доповнюють одна одну. З'ясовано, що покращення умов роботи моторних і трансмісійних олив, їх показників та властивостей забезпечує не тільки високий рівень надійності ТМ, але і трибологічну ефективність рухомих спряжень деталей та зниження витрат паливо-мастильних матеріалів. Визначено, що композиційні добавки з високомодульними наповнювачами на основі геомодифікаторів дозволяють підвищити ресурс силових агрегатів ТМ на основі зміни фізико-хімічних показників та експлуатаційних властивостей робочих олив. Виявлено механізм дії таких добавок й обґрунтовано причини та характер змін показників і властивостей олив. Встановлено також найсприятливіші режими функціонування спряжень деталей з мастильним середовищем в залежності від складових композиційної добавки.

Показано, що мастильні властивості моторних і трансмісійних олив покращують при додаванні добавки їх поверхнево-активними речовинами (ПАР), функціональних присадок, які на робочих поверхнях деталей формують міцні полімолекулярні шари, що запобігають інтенсивному зношуванню в експлуатаційному діапазоні навантажень, швидкостей та температур в спряженнях деталей силового агрегату ТМ. Під дією поля навантажень на робочих поверхнях спряження деталей в зоні тертя відбуваються процеси конкурентної фізичної адсорбції молекул ПАР компонентів добавки. Більш активні молекули витісняють з поверхні менш активні і через латентний період часу настає рівноважний стан, при якому на поверхні тертя деталей спряження формуються антифрикційний шар або плівка, а також приповерхневий шар композиційної оливи. Товщина сформованого шару (плівки) залежить від величини силового поля навантажень, активності молекул композиційної оливи, їх концентрації та асоціативного стану. Оскільки після припрацювання спряжень деталей силове поле навантажень залишається незмінним, то поверхнева активність молекул ПАР добавок залежатиме від величини постійного дипольного моменту їх полярно-активної частини в оливі.

Молекули компонентів композиційної добавки, що знаходяться в об'ємі оливи, взаємодіють між собою, утворюючи різні за будовою і формою

надмолекулярні структури композиційної оливи в приповерхневому шарі. Така взаємодія має електромагнітну природу, а інтенсивність утворення надмолекулярних структур в приповерхневому шарі залежить від концентрації присадки у оливі та дипольного моменту молекул ПАР. Зі збільшенням концентрації цих молекул у оливі, модифікованій композиційною добавкою на основі геомодифікатора, росте кількість їх зіткнень з утворенням асоціатів в приповерхневому шарі композиційної оливи. По досягненню деякого порогового значення концентрації практично усі молекули компонентів композиційної добавки будуть знаходитись в асоційованому стані.

Дослідженнями фізико-хімічних характеристик і властивостей моторних і трансмісійних олив показано, що концентрації присадок в них перевищують порогові значення. Це свідчить про те, що більшість молекул присадок в оливі у приповерхневому шарі знаходяться в асоціативному стані і мають надмолекулярну структуру. Такого роду стани композиційної оливи перешкоджають ефективному формуванню граничних мастильних шарів на робочих поверхнях спряжень деталей через зв'язки між собою полярно-активних частин молекул компонентів композиційної добавки на основі геомодифікатора. Вони розташовуються усередині асоціату, а неполярні вуглеводневі радикали – зовні.

Крім того, дослідження властивостей приповерхневих до робочих поверхонь деталей шарів композиційної оливи показали, що мають характер неньютонівської рідини. У таких рідинах відповідно менша кінематична в'язкість та підвищена ефективна швидкість зсуву її під шарів.

Показано, що в основі руху і теплообміну неньютонівських композиційних олив лежать пружнопластичні деформації і реологічні властивості та описуються закономірностями фізико-хімічної механіки. З точки зору фізичної хімії поведінку композиційної оливи можна розглядати, як неньютонівську рідину, а з точки зору реології – можливо побудувати математичну та фізичну моделі її поведінки.

Виявлено структурні ускладнені перетворення у приповерхневих шарах композиційної оливи в процесі експлуатації призводять до поверхневого мезоморфізму. Для виявлення цієї властивості використано непрямі методи оцінки характеристик та властивостей олив. Виходячи з визначення поверхневого натягу, з'ясовано: чим вища поверхнева активність компонентів композиційної оливи у приповерхневому шарі, тим більшою мірою проявляється тенденція до виходу її молекул на поверхню тертя та реалізації явища адсорбції.

Виявлено, що дія композиційних олив на робочу поверхню деталі передусім залежить від їх фізико-хімічних характеристик та властивостей. Експериментальні дослідження коефіцієнта тертя також свідчать про те, що при збільшенні навантаження складові композиційної добавки починають працювати більш ефективно. Покращення триботехнічних характеристик пов'язані із структурними перебудовами композиційних олив у приповерхневому шарі. При мінімальному значенні коефіцієнта тертя довгі осі

молекул розміщуються паралельно робочих поверхонь деталей, що істотно зменшує силу тертя і відповідно знос деталі й зазначене обумовлює організації стану самоорганізації. При подальшому збільшенні концентрації присадки довгі осі молекул орієнтуються перпендикулярно до робочих поверхонь деталей, збільшуючи коефіцієнт тертя, тобто зарощується простір зазору між спряженими деталями і проявляється тенденція до реалізації стану облітерації.

Виявлено, що характеристики в'язкості структурованих композиційних олив, у приповерхневому шарі, які за властивостями можна віднести до неньютонівських рідин, не можуть бути виражені одним параметром η . З реологічної точки зору їх доцільно оцінювати функціональною залежністю швидкості зсуву від напруження зсуву. Ця залежність на практиці набуває більш складного характеру і пояснюється особливостями структуризації та асоціації компонентів композиційної добавки на основі геомодифікатора в оливі. При незначному напруженні зсуву структурний каркас композиційної оливи зазнає пружних, цілком зворотних деформацій. Деформації, що відбуваються до межі плинності, протікають без порушення цілісності структурного каркаса та характеру взаємодії. Такий стан композиційної оливи можна описати моделлю Шведова-Бінгама.

У деяких композиційних олив в процесі експлуатації структурний каркас в області переходу до встановленої межі плинності руйнується так інтенсивно, що напруження зсуву не підвищується, а знижується, при збільшенні швидкості зсуву. Зазначене свідчить, що основний вплив на стабільність композиційних олив, здійснює не величина концентрації добавок, а міра їх надмолекулярної асоціації.

Виникнення умов реалізації процесів самоорганізації робочих поверхонь спряжень деталей з мастильним середовищем пов'язується з наявністю в композиційній оливі на основі геомодифікатора активних компонентів. Дія складу композиційних добавок, їх активних компонентів може ініціювати трибохімічні реакції та фазові перетворення з утворенням на поверхнях деталей вторинних структур, які під дією навантажувально-швидкісного фактору спрацьовуються та відновлюються, забезпечуючи формування антифрикційного шару композиційної оливи або антифрикційної захисної плівки.

Вважаючи процес тертя, як сукупність великого числа актів механічної взаємодії мікронерівностей спряжених поверхонь деталей, розглянемо механізм створення антифрикційної плівки. Визначено, що порушується рівноважний стан поверхневих шарів спряжених деталей, що відповідає мінімуму потенціальної енергії деформованої зони. Накопичення енергії пружних деформацій в поверхневих шарах деталей змінює механічні властивості та теплофізичні характеристики їх матеріалів. Зважаючи на малість об'ємів поверхневих шарів, значення накопиченої енергії може виявитись критичними для переходу його в особливий, надзбуджений стан – трибоплазму. Такий стан є нестійким і швидко релаксує, переходячи до початкового стану, постадійно створюючи реакційноздатні сполуки, що мають радикальну, іонорадикальну

або іонну структуру, а також вторинних структур.

Зазначені процеси супроводжуються емісією електронів з поверхні тертя в композиційну оливу. Електрони, співударяючись з молекулами оливи і атомами речовин компонент добавки, збуджують їх. Це може привести до іонного розпаду структури молекул активних компонентів добавки, що є спусковим механізмом формування на спряжених поверхнях деталей захисних плівок з продуктів трибохімічних реакцій та фазових перетворень. Наслідком описаних процесів є вибіркова адсорбція іонів протилежного знаку, які беруть участь у добудові кристалічної ґратки твердої фази на металевій поверхні деталей під дією когезійних сил або формуванні приповерхневий шар в результаті золь-гель фазових перетворень.

Таким чином, з'ясовано формування неньютонівських характеристик приповерхневого шару композиційної оливи та захисної антифрикційної плівки на робочій поверхні деталі, що безпосередньо впливає на підвищення ресурсу силових агрегатів транспортних машин. Отримано залежність коефіцієнта поверхневого натягу моторної оливи та динамічної в'язкості від концентрації композиційної добавки на основі геомодифікатора КГМТ-1 при різних рівнях температури, які свідчать про покращення стану моторної і трансмісійної оливи та подовження терміну їх використання.

Список використаних джерел

1. Аулін В.В. Підвищення експлуатаційної надійності машин шляхом модифікування моторної оливи / В.В. Аулін, С.В. Лисенко, О.В. Кузик // Вісник Харківського нац. техн. університету сільськ. господарства. Проблеми надійності машин та засобів механізації сільськогосподарського виробництва. 2010. – Вип. 100. – С. 127-133.

2. Аулін В.В. Експрес-оцінка впливу моторних олів і присадок до них на характеристики зносу робочих поверхонь деталей двигунів вантажних автомобілів / В.В. Аулін, В.В. Слонь, С.В. Лисенко // Вісник інженерної академії України. 2013. – №2. – С. 166-170.

3. Аулин В.В. Повышение эксплуатационной износостойкости деталей маши их триботехническим восстановлением и управлением процессами приработки / В.В. Аулин, Т.Н. Замота, С.В. Лысенко // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. 2016. – Vol. 18. – № 2. – P.89-96.

4. Аулін В.В. Вплив процесів, що відбуваються в рухомих спряженнях деталей транспортних машин під дією компонентів геомодифікатора, на ефективність триботехнологій припрацювання і відновлення / В.В. Аулін, С.В. Лисенко, А.В. Гриньків, В.В. Слонь та ін. // Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2020. – Вип. 3(34). – С.250-265.

5. Трибофізичні основи підвищення надійності мобільної сільськогосподарської та автотранспортної техніки технологіями триботехнічного відновлення: Монографія / В.В. Аулін, С.В. Лисенко, О.В. Кузик та ін.; за ред. В.В.Ауліна. – Кіровоград: видавництво Лисенко В.Ф., 2016. – 304 с.

Секція 2 «Прикладна механіка»

УДК 631.356.2.06

ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ РУХУ ГИЧКОЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ

В. М. БУЛГАКОВ, д. т. н., проф., акад. НААН, завідувач кафедри механіки,
О. О. ДУБРОВІНА, магістр факультету конструювання та дизайну
Національний університет біоресурсів і природокористування України

В деяких випадках технологічна необхідність змушує агрегатувати асиметрично розташовані сільськогосподарські машини (особливо збиральні), коли трактор повинен рухатися по одній частині поля, а машина, що виконує технологічний процес, по ділянці поля, розташованій збоку. Це, насамперед, стосується агрегування причіпних асиметрично розташованих збиральних машин, таких як машини для збирання гички цукрових або кормових буряків.

Слід зазначити, що внаслідок асиметричності даного гичкозбирального машинно-тракторного агрегату його рух у горизонтальній площині буде безсумнівно нестійким.

Для проведення досліджень побудована еквівалентна схема такого асиметричного машинно-тракторного агрегату розглядаючи його рух тільки в площині, що паралельна площині поверхні поля (рис. 1).

Складені диференціальні рівняння плоскопаралельного руху зазначеного агрегату, для цього використані вихідні рівняння у формі Лагранжа II-го роду.

В кінцевому підсумку одержана математична модель руху агрегату за умови, що кут β повороту причіпної гичкозбиральної машини здійснює збурювальний вплив. Маємо:

$$\left. \begin{aligned} K_{11} \cdot X_s(s) + K_{12} \cdot \varphi(s) &= -K_{13} \cdot \beta(s) + F_{11} \cdot \alpha(s), \\ K_{21} \cdot X_s(s) + K_{22} \cdot \varphi(s) &= -K_{23} \cdot \beta(s) + F_{21} \cdot \alpha(s). \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

За допомогою моделі (1) можна відстежити вплив зміни кута β повороту причіпної гичкозбиральної машини на коливання курсового кута φ колісного трактора.

Після складання програми числових розрахунків і проведеного розв'язування на ПК отриманої математичної моделі нами побудовані графіки амплітудно-частотних характеристик, що дозволяють оцінити стійкість руху даного асиметричного гичкозбирального машинно-тракторного агрегату (рис. 2).

Проаналізуємо на підставі отриманих графічних залежностей вплив швидкості V_o поступального руху даного гичкозбирального машинно-тракторного агрегату на амплітудні частотні характеристики коливань курсового кута φ колісного агрегатуєчого трактора при зміні частоти коливань кута β відхилення причіпної гичкозбиральної машини в горизонтальній площині.

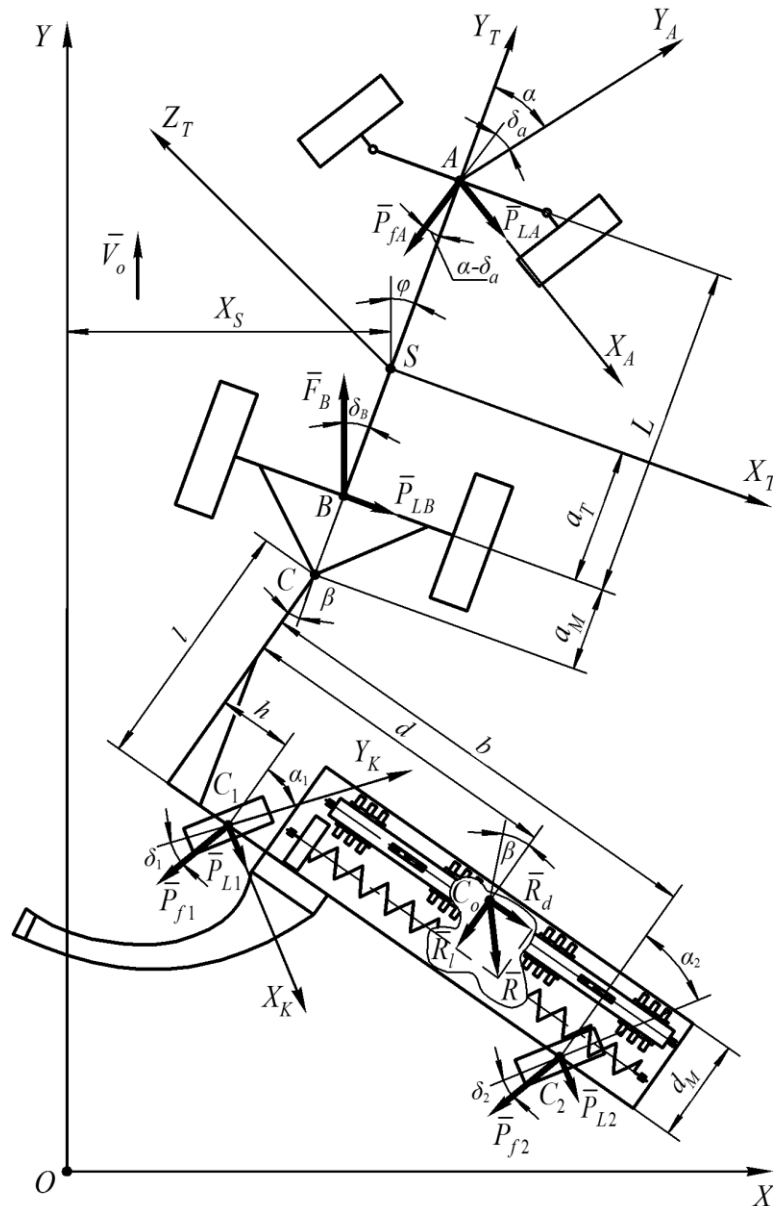


Рис. 1. Еквівалентна схема асиметричного гичкозбирального машинно-тракторного агрегату

По-перше, зі збільшенням частоти збурювальних коливань (тобто частоти коливань кута β) коефіцієнт підсилення динамічною системою, що розглядається, цього входного впливу на кожному швидкісному режимі руху гичкозбирального агрегата поступово зменшується (рис. 2).

По-друге, зі збільшенням швидкості V_o руху гичкозбирального машинно-тракторного агрегату він стає більш чутливим до збурювального впливу. Наприклад, за частоти коливань кута β на рівні $\omega = 4 \text{ с}^{-1}$ і швидкості руху агрегату $1,5 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ його амплітудно-частотна характеристика становить 0,09 (крива 1, рис. 2). У спрощеному для розуміння вигляді це означає, що за амплітуди коливань збурення (кута β) на рівні 5° (і це є відчутним) амплітуда коливань курсового кута φ агрегатуючого трактора дорівнює лише $0,45^\circ$, що є практично непомітним.

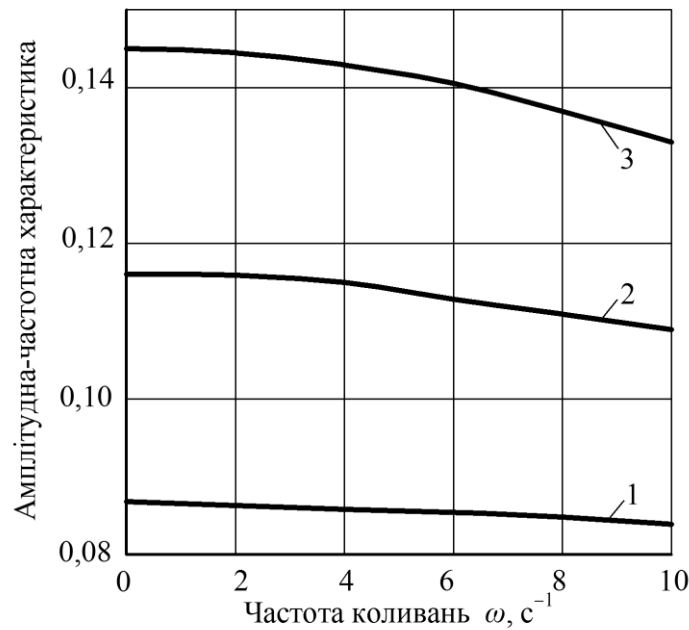


Рис. 2. Амплітудно-частотна характеристика курсового кута φ трактора при відпрацюванні ним збурень у вигляді коливань кута β повороту гичкозбиральної машини за різних швидкостей руху агрегата:
 1 – $V_o = 1,5 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$; 2 – $V_o = 2,0 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$; 3 – $V_o = 2,5 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$

За швидкості V_o руху гичкозбирального агрегата на рівні $2,5 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ і тієї ж частоти коливань збурення $\omega = 4 \text{ с}^{-1}$ амплітудно-частотна характеристика динамічної системи зростає до позначки 0,14 (крива 3, рис. 2). У порівнянні з попереднім швидкісним режимом (коли амплітудно-частотна характеристика дорівнює 0,09) це майже у 1,6 разів більше. Водночас, за тієї ж амплітуди коливань кута $\beta = 5^\circ$ амплітуда коливань курсового кута φ трактора не перевищуватиме $0,7^\circ$.

Як бачимо, у якісному плані збільшення швидкості V_o руху машинно-тракторного агрегата, що розглядається, призводить до небажаного зростання амплітудно-частотної характеристики при відтворенні ним зовнішнього збурювального впливу у вигляді коливань кута повороту β гичкозбиральної машини. У кількісному ж вираженні цей вплив є таким, який не може погіршити практичну стійкість руху даного гичкозбирального машинно-тракторного агрегату.

УДК 631.356.2:633.63

ПОПЕРЕЧНІ КОЛИВАННЯ КОРЕНЕПЛОДУ У ҐРУНТІ З ВРАХУВАННЯМ ЙОГО ПРУЖНОДЕМПФУЮЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

І. В. ГОЛОВАЧ, д. т. н., професор кафедри механіки,
Д. С. МОМОТЮК, студентка факультету конструювання та дизайну
Національний університет біоресурсів і природокористування України

В теперішній час коренезбиральні машини більшості країн світу, оснащуються, в основному, вібраційними викопувальними робочими органами. У разі збігу напрямків збурювальних зусиль з напрямком поступального руху вібраційного викопувального робочого органу має місце істотна зміна у протіканні процесу вібраційного викопування коренеплодів.

Для дослідження вимушених поперечних коливань коренеплоду при його вібраційному викопуванні складено еквівалентну схему знаходження коренеплоду як пружного тіла конусоподібної форми у ґрунті, який є пружнодемпфуючим середовищем, а також прикладених до нього зовнішніх сил. Така схема представлена на рис. 1.

Для теоретичних досліджень вимушених поперечних коливань коренеплоду у ґрунті при його вібраційному викопуванні застосовано варіаційний принцип Остроградського – Гамільтона.

Виходячи з умов, представлених на наведеній еквівалентній схемі, складено функціонал Остроградського – Гамільтона, який дозволяє аналітично описати цей вид коливань коренеплоду, такого вигляду:

$$S = \frac{1}{2} \int_{t_1}^{t_2} \int_0^h \left[\rho \cdot \pi \cdot z^2 \cdot \tan^2 \gamma \left(\frac{\partial y}{\partial t} \right)^2 - E \cdot \frac{\pi \cdot z^4 \cdot \tan^4 \gamma}{4} \left(\frac{\partial^2 y}{\partial z^2} \right)^2 + \right. \\ \left. + H \cdot \sin(\omega t) \cdot \sigma_1(z - z_1) \cdot y(z, t) - \right. \\ \left. - \pi \cdot c \cdot z \cdot \tan \gamma \cdot y^2(z, t) - \pi \cdot b \cdot z \cdot \tan \gamma \cdot \left(\frac{\partial y}{\partial t} \right)^2 \right] dz dt. \quad (1)$$

Для дослідження вимушених поперечних коливань тіла коренеплоду, закріпленого в ґрунті, застосовано метод Рітца.

У підсумку отримано закон вимушених поперечних коливань тіла коренеплоду, закріпленого у ґрунті:

$$y(z, t) = \alpha \cdot \left[B \cdot U(kz) - G \cdot V(kz) \right] \cdot \sin(\omega t), \quad 0 \leq z < z_1, \quad (2)$$

$$y(z, t) = \alpha \cdot \left\{ -K \cdot V[k(z - z_1)] + B \cdot U(kz) - G \cdot V(kz) \right\} \cdot \sin(\omega t), \quad z_1 \leq z \leq h. \quad (3)$$

За результатами розрахунків на ПК за складеною програмою побудовані графіки, які показують залежності амплітуди вимушених поперечних коливань

коренеплоду як пружного тіла, що знаходиться (фактично закріпленого) у ґрунті як у пружнодемпфуючому середовищі, від величини амплітуди збурювальної сили, а також механічних властивостей оточуючого коренеплід ґрунту. Графіки представлені на рис. 2.

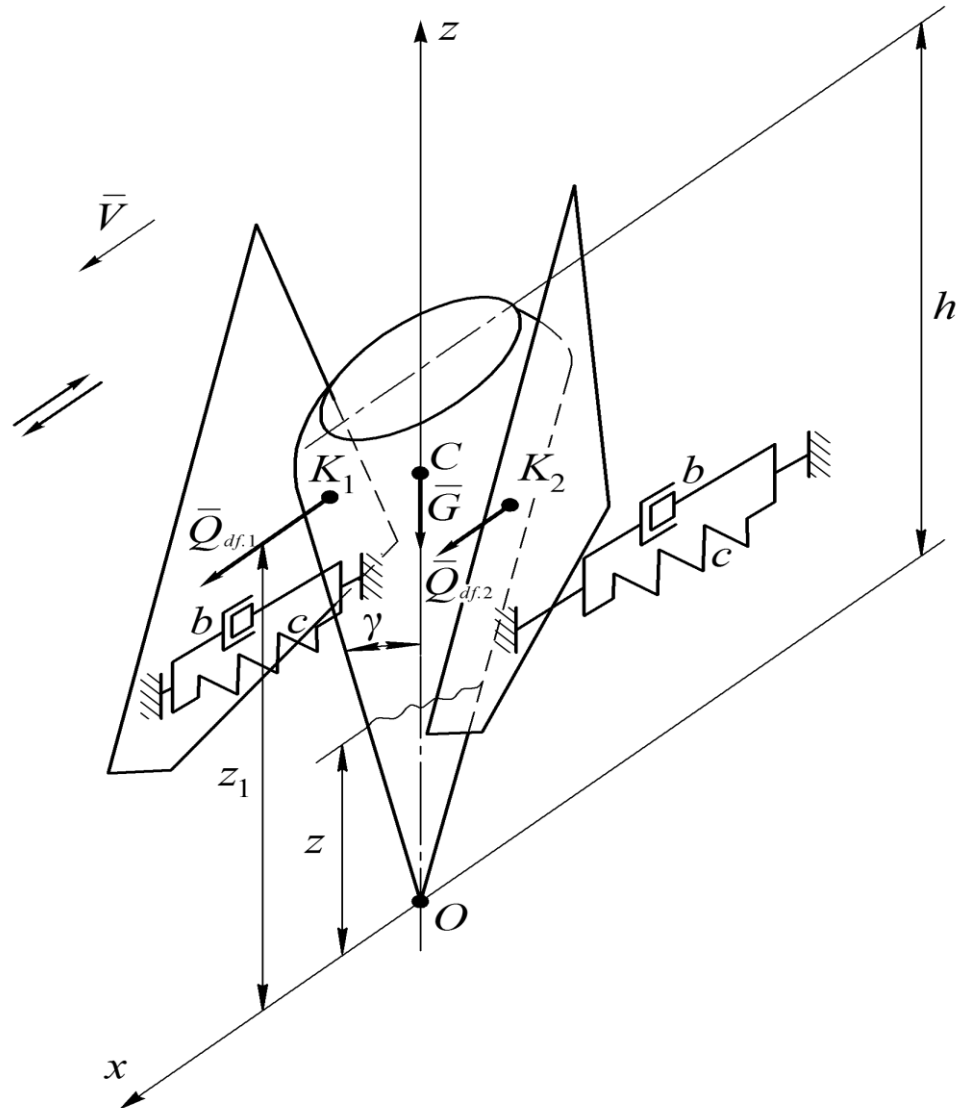


Рис. 1. Еквівалентна схема поперечних коливань коренеплоду, що знаходиться у ґрунті, при вібраційному його викопуванні

Як, видно з наведених графіків, амплітуда вимушених поперечних коливань різко зростає при $c = 1,0 \cdot 10^5 \dots 1,3 \cdot 10^5$, $\text{H} \cdot \text{m}^{-3}$ і $z = 0,15$ м, $z = 0,25$ м, тобто у точці захоплення коренеплоду робочим органом та на кінці коренеплоду. При цьому частота вимушених коливань практично збігається із частотою власних коливань тіла коренеплоду. У цьому діапазоні значень пружної деформації ґрунту амплітуда може досягати 0,58 м. За всіх інших значень коефіцієнтів пружної деформації ґрунту амплітуда близька до нуля і знаходиться в межах кількох міліметрів.

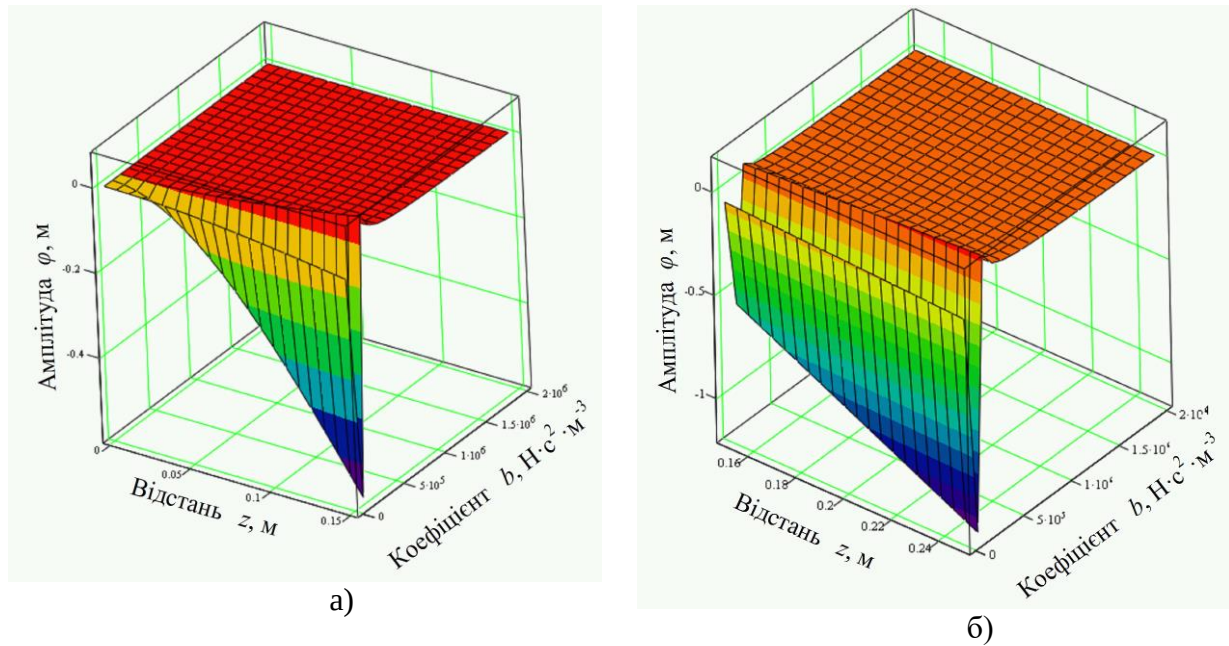


Рис. 2. Залежність амплітуди вимушених поперечних коливань тіла коренеплоду від коефіцієнта пружної деформації ґрунту c та від відстані z поперечного перерізу коренеплоду до умовної точки його закріплення:

$$a - z = 0 \dots 0,15 \text{ м,}$$

$$б - z = 0 \dots 0,25 \text{ м,}$$

(амплітуда збурювальної сили $H = 500 \text{ Н}$, коефіцієнт демпфування ґрунту $b = 6,5 (\text{Н} \cdot \text{с}^{-2}) \cdot \text{м}^{-3}$, частота збурювальної сили $\nu = 10 \text{ Гц}$).

Отже, за результатами розрахунків отримані діапазони значень коефіцієнта пружної деформації ґрунту, за яких має місце резонансний режим, тобто значення амплітуди поперечних вимушених коливань пружного тіла коренеплоду перевищує допустимі межі, при частоті збурювальної сили, що дорівнює $\nu = 10 \text{ Гц}$. При цьому амплітуда зазначених коливань може змінюватися від 0,58 до 0,45 м, особливо в точках захоплення коренеплоду і на його кінці. Це може призвести до його обламування, тому таких діапазонів пружності ґрунту слід уникати. За всіх інших значень коефіцієнтів пружної деформації ґрунту амплітуда близька до нуля і знаходиться в межах кількох міліметрів.

УДК 631.356.4.02

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РОЗПОДІЛЬНИКА ВОРОХУ КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ

З. В. РУЖИЛО, к. т. н., доцент, декан факультету конструювання та дизайну,
М. А. АНДРІЄВСЬКА, студентка факультету конструювання та дизайну
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Сепарація підкопаного вороху є основною операцією технологічного процесу збирання врожаю картоплі, оскільки від неї в першу чергу залежить якість роботи картоплезбиральних машин.

Аналіз досліджень і практичного застосування сепараторів різних типів показує, що в картоплезбиральних машинах для первинної сепарації ґрунту внаслідок ряду переваг найбільшого розповсюдження набули пруткові транспортери.

Для забезпечення рівномірного розподілення картопляного вороху по ширині пруткового сепарувального транспортера нами запропонована конструкція V-подібного розподільника, розташованого з деяким зазором над поверхнею цього сепарувального транспортера. Цей розподільник розподіляє потік вороху на транспортері на два потоки і в поєднанні з наданням полотну транспортера необхідних вертикальних вібрацій забезпечує ефективне розподілення картопляного вороху по ширині транспортера.

Для обґрунтування раціонального значення кута α розхилу крил розподільника складено диференціальне рівняння руху частинки картопляного вороху, що переміщується сепарувальним транспортером, при його взаємодії з поверхнею крила розподільника.

Для цього була побудована просторова еквівалентна схема взаємодії частинки картопляного вороху з поверхнею розподільника (рис. 1).

У підсумку отримана система диференціальних рівнянь другого порядку, яка описує рух частинки вороху M за наявності розподільника потоку картопляного вороху на сепарувальному транспортері.

$$\left. \begin{aligned} \ddot{x} &= g(f_1 \cos \beta_{mp} + \sin \beta_{mp}) \tan \alpha \cdot (\sin \alpha + f_2 \cos \gamma \cos \alpha) + \\ &+ g(f_1 \cos \beta_{mp} - \sin \beta_{mp}) \cos \alpha, \\ \ddot{z} &= \omega_{mp}^2 A_{mp} \sin(\psi_0 + \omega_{mp} t) + \\ &+ f_2 g(f_1 \cos \beta_{mp} + \sin \beta_{mp}) \tan \alpha \sin \gamma. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Система диференціальних рівнянь (1) є лінійною і її можна проінтегрувати в квадратурах.

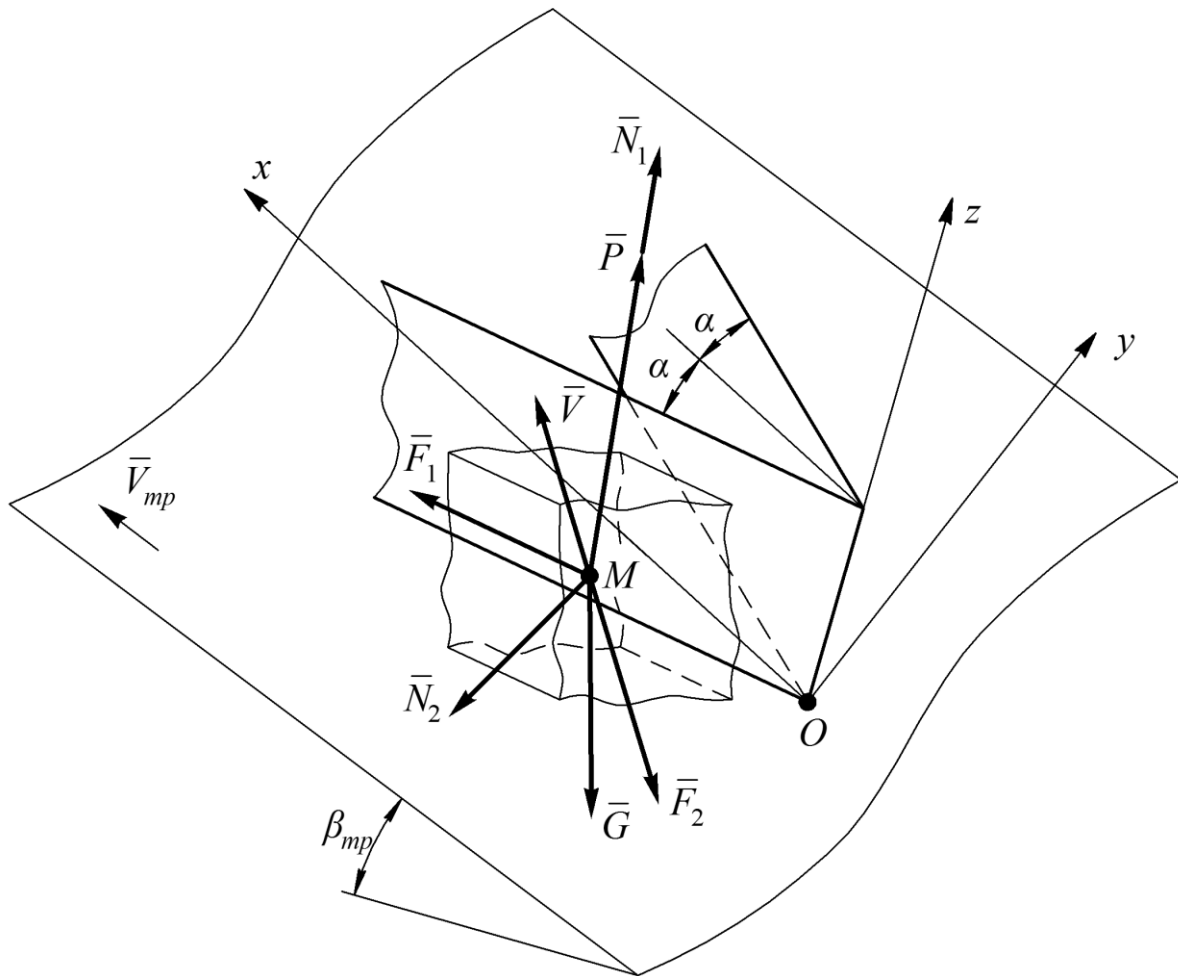


Рис. 1. Еквівалентна схема взаємодії частинки картопляного вороху з поверхнею крила розподільника

Проекції швидкості частинки вороху на осі координат визначаємо інтегруванням системи рівнянь (1) за наступних початкових умов: при $t = 0$, $\dot{x}_0 = V_{mp} \cos \alpha$, $\dot{z}_0 = 0$.

В результаті отримуємо:

$$\left. \begin{aligned} V_x = \dot{x} &= \left[g(f_1 \cos \beta_{mp} + \sin \beta_{mp}) \tan \alpha \cdot (\sin \alpha + f_2 \cos \gamma \cos \alpha) + \right. \\ &+ g(f_1 \cos \beta_{mp} - \sin \beta_{mp}) \cos \alpha \left. \right] \cdot t + V_{mp} \cos \alpha, \\ V_z = \dot{z} &= -\omega_{mp} A_{mp} \cos(\psi_0 + \omega_{mp} t) + \left[f_2 g(f_1 \cos \beta_{mp} + \right. \\ &+ \sin \beta_{mp}) \tan \alpha \sin \gamma \left. \right] \cdot t + \omega_{mp} A_{mp} \cos \psi_0. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

З використанням виразів (2) за допомогою розробленої програми числових розрахунків на ПК побудовано графічні залежності швидкості руху частинок картопляного вороху вздовж крила розподільника від часу t за різних значень кутів α розхилу крила з врахуванням коливань полотна подавального транспортера (рис. 2).

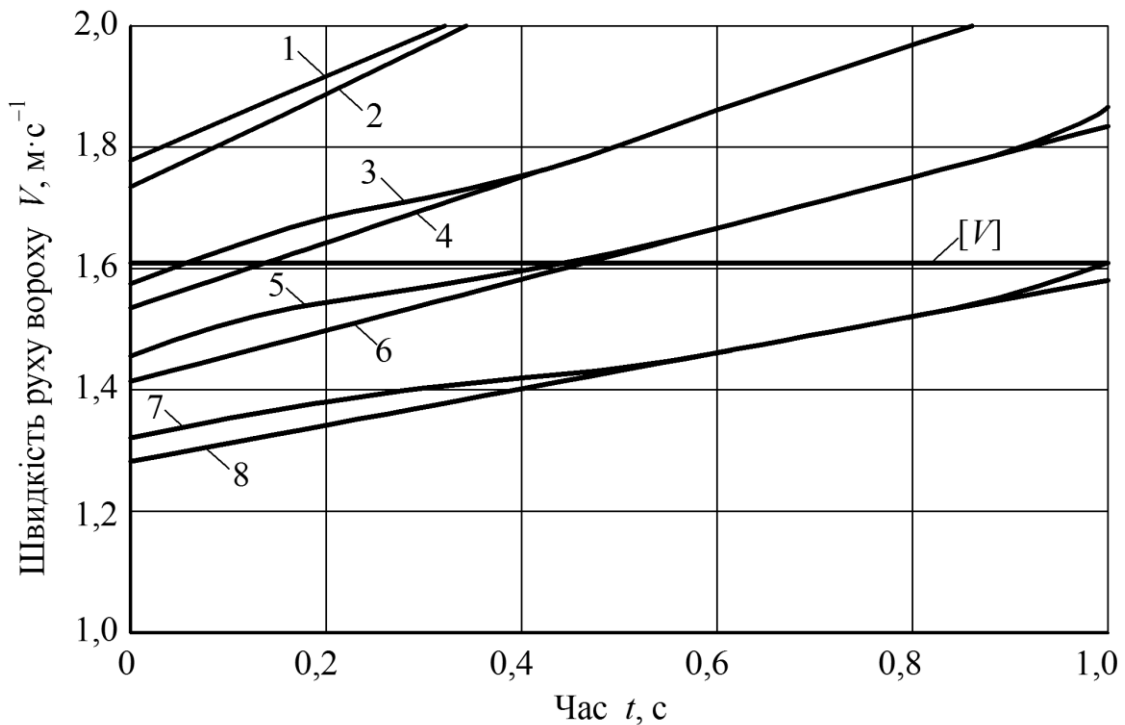


Рис. 2. Залежність швидкості V руху частинок вороху вздовж крила розподільника від часу t за різних значень кута α розхилу його крила

($f_1 = f_2 = 0,55$, $V_{mp} = 2,0 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$, $\beta_{mp} = 22^\circ$):

1 – $\alpha = 30^\circ$, $\omega_{mp} = 4 \text{ рад} \cdot \text{с}^{-1}$, $A_{mp} = 0,05 \text{ м}$;	5 – $\alpha = 45^\circ$, $\omega_{mp} = 4 \text{ рад} \cdot \text{с}^{-1}$, $A_{mp} = 0,05 \text{ м}$;
2 – $\alpha = 30^\circ$, $\omega_{mp} = 0$, $A_{mp} = 0$;	6 – $\alpha = 45^\circ$, $\omega_{mp} = 0$, $A_{mp} = 0$;
3 – $\alpha = 40^\circ$, $\omega_{mp} = 4 \text{ рад} \cdot \text{с}^{-1}$, $A_{mp} = 0,05 \text{ м}$;	7 – $\alpha = 50^\circ$, $\omega_{mp} = 4 \text{ рад} \cdot \text{с}^{-1}$, $A_{mp} = 0,05 \text{ м}$;
4 – $\alpha = 40^\circ$, $\omega_{mp} = 0$, $A_{mp} = 0$;	8 – $\alpha = 50^\circ$, $\omega_{mp} = 0$, $A_{mp} = 0$

Аналіз отриманих графічних залежностей показує, що швидкість руху V вороху вздовж крила зменшується із зростанням кута α розхилу крила. При зниженні швидкості руху вороху менше допустимої величини, яка становить $[V] = 1,62 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$, буде відбуватися згужування вороху на крилах розподільника, що призведе до порушення технологічного процесу роботи картоплезбиральної машини. Отже, має виконуватися така обов'язкова умова: $V \geq 1,62 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$.

З отриманих графіків також випливає, що за допустимого часу руху частинок вороху вздовж крила розподільника максимально допустимі значення кута розхилу крила розподільника знаходяться в межах $\alpha = 40^\circ \dots 45^\circ$.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЛОКАЛЬНИХ КОЛИВАНЬ НА РУКОЯТКАХ РУЧНОГО ВІБРОУДАРНОГО СТРУШУВАЧА ПЛОДІВ І ЙОГО БЕЗПЕЧНОСТІ ДЛЯ ПРАЦІВНИКІВ

О. М. КРУПИЧ, *Львівський національний аграрний університет*

С. О. КРУПИЧ, В. І. ДНЕСЬ

Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»

В. І. СКІБЧИК

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Для визначення рівня негативного впливу вібрації, що передається на руки працівника під час роботи з віброударним струшувачем необхідно дослідити параметри локальних коливань на його рукоятках.

Ручний віброударний струшувач [1, 2] утримується на плечі працівника за допомогою лямки 41 (рис. 1), яка через еластичні вставки кріпиться до напрямної штанги 32, змонтованої в ковзних кронштейнах 30 і 31 корпуса 2 збурювача коливань 1. Демпферні пружини 33, 34 з регулювальними упорами 35, 36, що встановлені на напрямній штанзі 32, зменшують дію коливань на руки працівника. Окрім цього струшувач утримується працівником за рукоятки 37 і 43, які оснащені елементами гасіння коливань. Передня рукоятка 37 покрита пористим еластичним матеріалом і змонтована на напрямній штанзі 32 за допомогою пружин 38, 39 [1, 2].

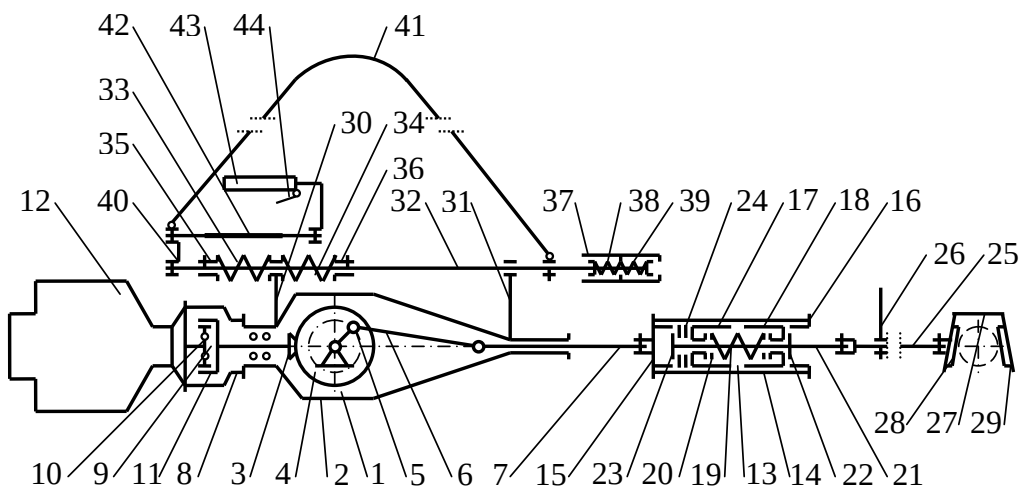


Рис. 1. Принципова схема ручного віброударного струшувача плодів:

1 – збурювач коливань; 2 – корпус збурювача; 3, 4 – повідна та ведена конічні шестерні; 5 – кривошип; 6 – шатун; 7 – повзун; 8 – корпус муфти; 9 – відцентрова муфта; 10, 11 – повідна та ведена частини муфти; 12 – двигун внутрішнього згоряння; 13 – ударний механізм; 14 – циліндр; 15, 16 – кришки-упори; 17, 18 – ковзні чашки; 19 – пружина; 20, 24 – регулювальні шайби; 21 – ковзний шток; 22, 23 – упори; 25 – штанга; 26 – важіль повертання штанги; 27 – вилчастий захват; 28, 29 – еластичні подушки; 30, 31 – кронштейни; 32 – напрямна штанга; 33, 34, 38, 39 – демпферні пружини; 35, 36 – упори; 37, 43 – рукоятки; 40 – поперечний важіль; 41 – утримувальна лямка; 42 – еластична вставка; 44 – важіль управління системою подачі пального двигуна внутрішнього згоряння

Локальні коливання на рукоятках струшувача здійснюються в двох взаємно-перпендикулярних напрямках уздовж осей x та y ортогональної системи координат. Вісь y спрямована за напрямком коливань і збігається з поздовжньою віссю симетрії рукояток, а вісь x – уздовж передпліччя перпендикулярно до осі y . У вказаних напрямках прискорення коливань на рукоятках вимірювались акселерометрами АНС 114-02, що кріпилися за допомогою клейкої стрічки (рис. 2).

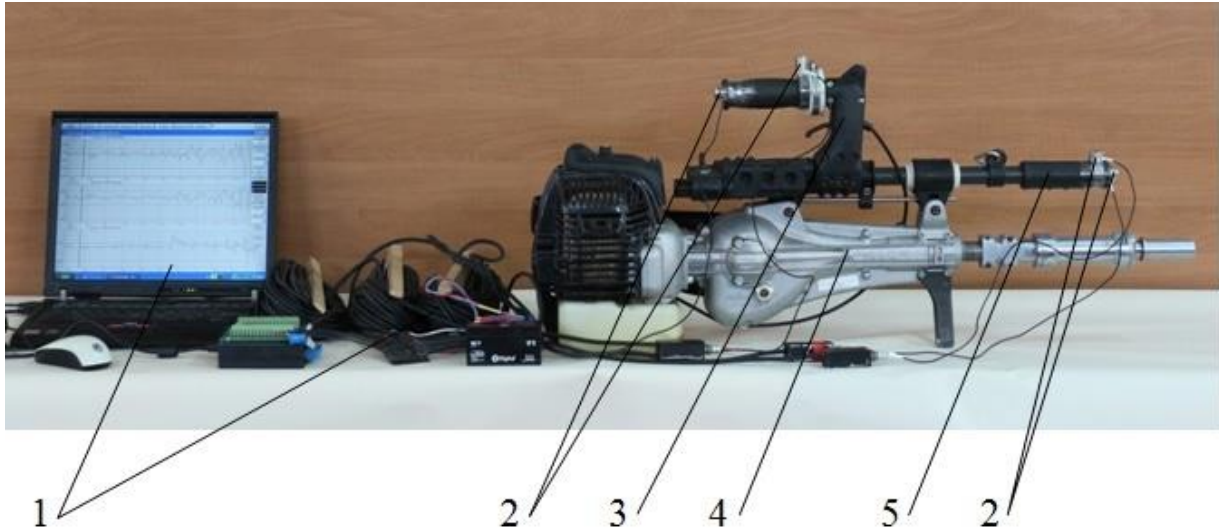


Рис. 2. Лабораторна установка для дослідження прискорень на рукоятках ручного віброударного струшувача плодів:

1 – обладнання для вимірювання прискорень; 2 – акселерометри АНС 114-02; 3, 5 – задня і передня рукоятки; 4 – струшувач

Дослідження коливних навантажень на рукоятках струшувача вздовж осей x та y проводилися за максимальних збурювальних зусиль у діапазоні робочих частот струшування 40–100 рад/с (6,37–15,92 Гц) на скелетних гілках діаметром в основі 90 мм. У трикратній повторюваності проводилося 20 замірів прискорень коливань на різних частотах у робочому діапазоні.

Оцінку допустимої вібрації на рукоятках струшувача визначали за стандартизованою методикою [3], за якою встановлюється коректоване за частотою середнє квадратичне прискорення $\bar{\sigma}_a$ коливань:

$$\bar{\sigma}_a = \sqrt{\sum_{i=1}^k (\sigma_i K_i)^2}, \quad (2)$$

де K_i – вагові коефіцієнти або ж коефіцієнти відносної шкідливості i -ї частотної смуги коливань;

k – число частотних смуг у нормованому діапазоні.

Процес механізованого знімання плодів ручним віброударним струшувачем характеризується чергуванням інтервалів коливань (3–5 с) та перерв (27–30 с). У разі перервних коливань розраховується допустиме коректоване за частотою середнє квадратичне прискорення $\bar{\sigma}_{at}$:

$$\bar{\sigma}_{at} = \bar{\sigma}_{a3M} \sqrt{\frac{t_{3M}}{t_e}}, \quad (3)$$

де t_{3M} , t_e – тривалість зміни та сумарний час механізованого знімання плодів, відповідно, хв;

$\bar{\sigma}_{a3M}$ – допустиме значення коректованого за частотою середнього квадратичного прискорення, якщо коливання діють на працівника впродовж нормованого часу зміни, м/с^2 .

Локальні коливання на рукоятках струшувача оцінюються за коректованим середнім квадратичним прискоренням. Зумовлені коливаннями навантаження на працівника під час механізованого знімання плодів допустимі, якщо $\bar{\sigma}_a \leq \bar{\sigma}_{at}$.

Відповідно до [3] за частоти коливань до 16 Гц, гранично допустимий рівень середніх квадратичних локальних віброприскорень становить $1,4 \text{ м/с}^2$ (73 дБ) і повинен не перевищувати більш ніж на $5,6 \text{ м/с}^2$ (85 дБ), що відповідає робочим частотам ручного віброударного струшувача.

Коректоване за частотою допустиме середнє квадратичне прискорення за виразом (3):

$$\bar{\sigma}_{at} = 1,4 \sqrt{\frac{480}{52,5}} = 4,23 \text{ (м/с}^2\text{)}.$$

Отже, $\bar{\sigma}_{at} = 4,23 \text{ м/с}^2$, тобто 83 дБ.

Встановлено, що на рукоятках струшувача коректовані за частотою середні квадратичні прискорення локальних коливань уздовж осі у та перпендикулярної до неї осі х, досягають $2,47 \text{ м/с}^2$ та $0,63 \text{ м/с}^2$ (78,3 дБ та 66,4 дБ) відповідно, що не перевищує коректоване за частотою допустиме середнє квадратичне прискорення (83 дБ).

Отже, механізм утримання й управління ручного віброударного струшувача в повній мірі забезпечує гасіння коливань, які передаються на рукоятки.

Література

1. Шевчук Р. С., Крупич Р. О. Ручной виброударный стряхиватель плодов. *MOTROL : Commission of motorization and energetics in agriculture*. Lublin, 2015. Vol. 17. No. 4. Pp. 101–107.
2. Крупич Р. О., Ніщенко І. І., Шевчук Р. С., Крупич С. О. Математична модель системи «ручний віброударний струшувач – плодова гілка». *Механізація та електрифікація сільського господарства* : загальнодерж. зб. / ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2019. Вип. № 9 (108). С. 210–223.
3. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. ДСН 3.3.6.0.39-99. Київ : Міністерство охорони здоров'я України. Головне санітарно-епідеміологічне управління, 1999. 39 с.

УДК631.332.99:635.262

ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЗАХОПЛЕННЯ ЗУБКІВ ЧАСНИКУ ЛАНЦЮГОВО-ПЛУНЖЕРНОГО САДИЛЬНОГО АПАРАТА

Я. В. СЕМЕН, кандидат технічних наук, доцент
О. М. КРУПИЧ, кандидат технічних наук, доцент
Львівський національний університет природокористування
В. І. СКІБЧИК, кандидат технічних наук, доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування
С. О. КРУПИЧ, науковий співробітник, *ІНЦ «ІМЕСГ»*

Для вирішення актуальної проблеми розміщення в ґрунті зубків часнику денцем вниз, а ростком вверх створено саджалку, робочі органи якої забезпечують їх індивідуальне поштучне встромлятися в борозенку у вертикальному положенні. Запропонована конструкція саджалки зубків часнику обладнана пневмо-механічною системою їх захоплення, орієнтування і транспортування та ланцюгово-плунжерним садильним апаратом. Особливу увагу при цьому акцентовано на роботу її ланцюгово-плунжерного садильного апарата, тобто запропоновано спосіб поштучного садіння зубків часнику з примусовим їх укладанням в клиноподібну борозенку денцем вниз, а ростком вверх [1, 2].

В якості пристроїв для поштучного і примусового захоплення зубків часнику на ланцюгово-плунжерному садильному апараті використовуються вилки, що містять два підпружинені та шарнірно закріплені на осі головки штока плунжера пальці, покриті з внутрішнього боку еластичним матеріалом, а на торцевій частині головки штока плунжера, безпосередньо під двома підпружиненими пальцями вилки жорстко закріплено нижній коритоподібний палець і механізм керування пальцями, плечі якого мають кульки, які контактують з кронштейнами [3].

У відомій вилці підпружинені пальці, покриті з внутрішнього боку еластичним матеріалом, перед захопленням кожного зубка часнику, орієнтованого денцем вперед за переміщенням садильного апарату, знаходяться у горизонтальному положенні, розкриваються та утримуються розкритими внаслідок контакту кульок механізму керування пальцями з кронштейнами.

У момент контакту кульок механізму керування пальцями з кронштейнами виникають сили тертя, які обумовлюють появу крутного моменту, під дією якого головка штока плунжера разом із двома підпружиненими та шарнірно закріпленими на її осі пальцями і нижнім коритоподібним пальцем можуть повертатися навколо пальця, яким вилка з'єднана з верхнім кінцем штока плунжера ланцюгово-плунжерного садильного апарату та відхилятися від горизонтального положення вверх за годинниковою стрілкою. Такі умови роботи можуть призвести до повного припинення садіння через унеможливлення захоплення зубків часнику пальцями вилки та

тимчасової або повної втрати працездатності вилок та інших елементів садильного апарату внаслідок їх пошкоджень чи поломок.

Саме тому виникає необхідність створення такого пристрою для захоплення зубків часнику, в якому забезпечиться надійна фіксація головки штока плунжера разом із двома підпружиненими та шарнірно закріпленими на його осі пальцями і нижнім коритоподібним пальцем на верхньому кінці штока плунжера ланцюгово-плунжерного садильного апарату у відповідному, наперед заданому горизонтальному положенні.

Поставлена задача вирішується тим, що на нижньому коритоподібному пальці відомого пристрою (вилки) додатково змонтована пластина тертя, забезпечуючи надійну фіксація головки штока плунжера разом із двома підпружиненими та шарнірно закріпленими на його осі пальцями і нижнім коритоподібним пальцем на верхньому кінці штока плунжера ланцюгово-плунжерного садильного апарату у відповідному, наперед заданому горизонтальному положенні.

Пристрій для захоплення зубків часнику містить, змонтований на ланцюговому транспортері 1 (рисунок), плунжер 3 з штоком 2 всередині, на верхньому кінці 5 якого вільно посаджена рухома втулка 4 та, закріплена через палець 6, головка 7 штока плунжера з нижнім коритоподібним пальцем 9, на якому розміщений зубок часнику 10, а на вісі 8 головки штока плунжера шарнірно закріплені пальці 14 вилок, внутрішні боки яких покриті еластичним матеріалом 13. На нижньому коритоподібному пальці 9 змонтовано пластину тертя 11, яка контактує з кронштейнами 12.

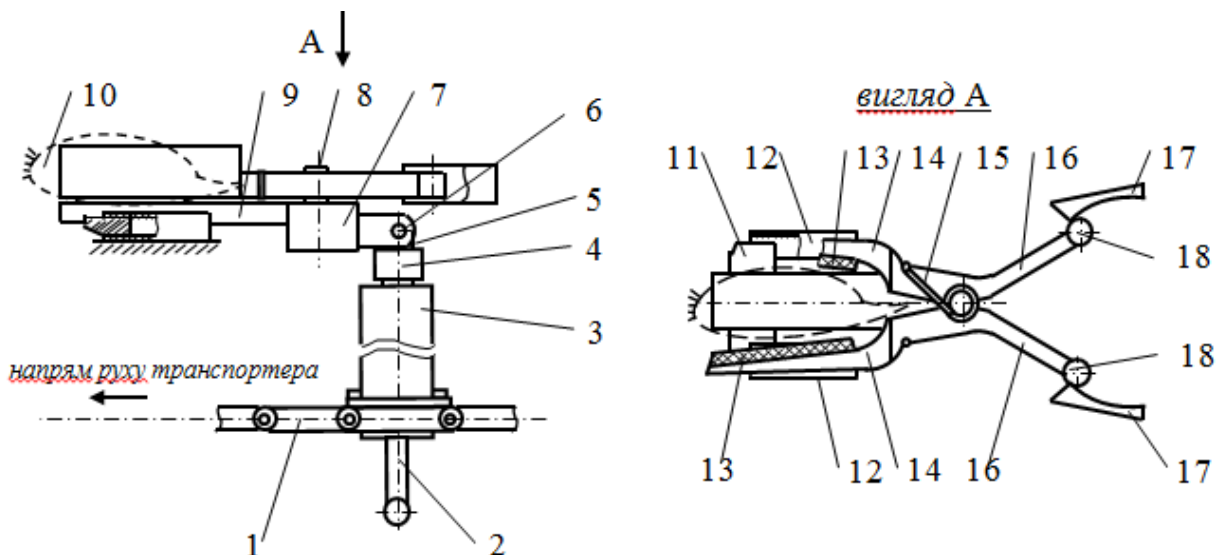


Рисунок. Схема пристрою (вилки) для захоплення зубків часнику:

1 – ланцюговий транспортер; 2 – шток; 3 – плунжер; 4 – втулка рухома; 5 – верхній кінець штока; 6 – палець; 7 – головка штока плунжера; 8 – вісь головки штока плунжера; 9 – нижній коритоподібний палець; 10 – зубок часнику; 11 – пластина тертя; 12 – напрямна; 13 – еластичний матеріал; 14 – пальці вилок; 15 – пружина; 16 – плечі; 17 – кронштейни; 18 – кульки механізму керування пальцями.

Під час руху ланцюгового транспортера 1 за вказаним на рисунку напрямком одночасно з ним переміщується закріплений на ньому плунжер 3 з штоком 2 всередині. При цьому рухома втулка 4, яка вільно рухається на верхньому кінці 5 штока знаходиться у нижньому положенні, контактуючи з плунжером 3, що дозволяє головці 7 штока плунжера з нижнім коритоподібним пальцем 9, обладнаним пластиною тертя 11 і пальцями 14 вилки, шарнірно закріпленими на вісі 8 головки штока плунжера, зайняти горизонтальне положення, повернувшись на пальці 6.

За подальшого переміщення ланцюгового транспортера 1, безпосередньо перед контактом кульок 18 механізму керування пальцями з кронштейнами 17 пластина тертя 11, змонтована на нижньому коритоподібному пальці 9 заходить у напрямні 12, а плечі 16 залишаються розведеними на максимально можливий кут під дією пружини 15, заставляючи пальці 14 вилки знаходитися у положенні «закрито».

Коли кульки 18 механізму керування пальцями починають контактувати з кронштейнами 17 плечі 16 сходяться, долаючи опір пружини 15 і заставляють взаємно розкриватися пальцям 14 вилки, виникають сили тертя, які обумовлюють появу крутного моменту, під дією якого головка 7 штока плунжера разом із двома підпружиненими та шарнірно закріпленими на її осі 8 пальцями 14 і нижнім коритоподібним пальцем 9 намагається повернутися навколо пальця 6, яким вилка з'єднана з верхнім кінцем 5 штока плунжера ланцюгово-плунжерного садильного апарата та відхилитись від горизонтального положення вгору за годинниковою стрілкою, чому перешкоджає змонтована на нижньому коритоподібному пальці 9 пластина тертя 11, яка, переміщуючись у напрямних 12, утримує нижній коритоподібний палець 9 і конструктивно пов'язані з ним головку 7 штока плунжера і пальці 14 вилки у горизонтальному положенні, запобігаючи їх відхиленню від умовної осі за напрямком руху садильного апарату.

Список використаних джерел

1. Спосіб механізованого поштучного садіння зубків часнику: пат. 138615 Україна: МПК А01С 7/18. –№ и 201904349; заявл. 22.04.19; опубл. 10.12.19. Бюл. №23. 4 с.;
2. Семен Я. В., Крупич О. М. Конструктивно-технологічна схема саджалки для орієнтованого садіння зубків часнику. *«Крамаровські читання» з нагоди 114-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, члена-кореспондента ВАСГНІЛ, віцепрезидента УАСГН Крамарова Володимира Савовича (1906-1987): матеріали VIII Міжнародної науково-технічної конференції (Київ, 25-26 лют. 2021 р). Київ, 2021. С. 160-163;*
3. Вилка ланцюгово-плунжерного садильного апарата: пат. 137149 Україна: МПК А01С 7/16. № и 201902423; заявл. 12.03.19; опубл. 10.10.19. Бюл. №19. 4 с.

УДК 631.332.81

ВИЗНАЧЕННЯ УМОВИ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ АДАПТЕРА ДЛЯ ПОДІЛУ КОРЕНЕВИЩ МІСКАНТУСУ НА ЧАСТИНИ ТА РИЗОМИ

В. Г.ПРИСЯЖНИЙ кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
І. К.КАСПРОВИЧ, науковий співробітник
*Національний науковий центр «Інститут механізації та
 електрифікації сільського господарства»*
 E-mail: vkasprovichr412@gmail.com

Проблемним питанням заготівлі посадкового матеріалу міскантусу з багаторічних промислових плантацій є значний розмір кореневищ наповнених ґрунтом, і як наслідок великі затрати ручної праці в процесі підготовки посадкового матеріалу.

Тому для зменшення затрат ручної праці доцільно одночасно з викопуванням ділити кореневища міскантусу на частини та ризоми. Зважаючи на це, актуальним завданням є розробка технічного засобу для механізованого викопування кореневищ міскантусу з попереднім їх поділом на частини та ризоми.

Для вирішення даної проблеми розроблено конструкційно-технологічну схему адаптера для поділу кореневищ на частини та ризоми[1,2] та визначено умови його працездатності (рис. 1). Адаптер встановлюють на технічний засіб для викопування кореневищ міскантусу. Ефективність роботи адаптера залежить від зміни його конструкційних та технологічних параметрів.

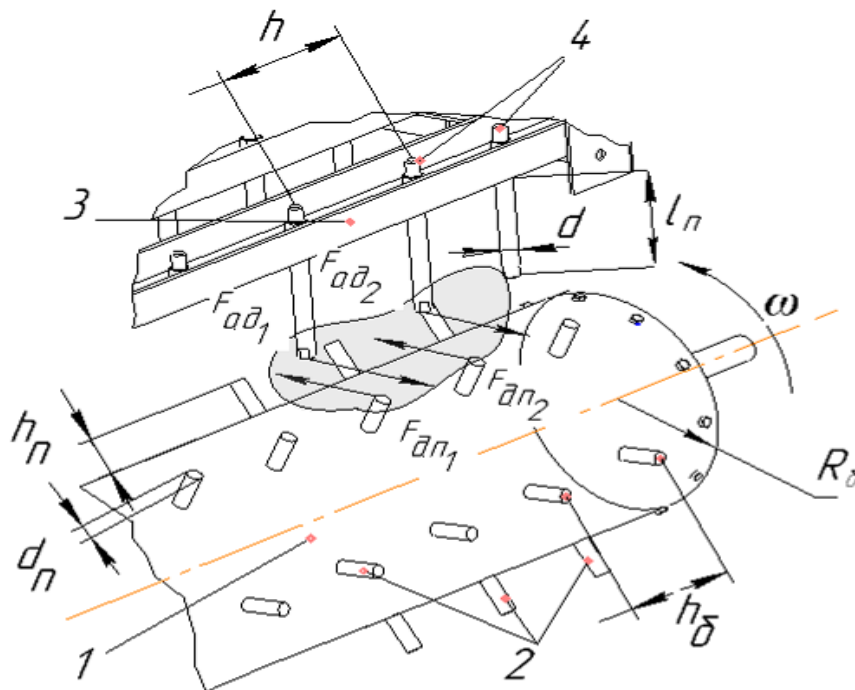


Рис. 1. Конструкційно-технологічна схема адаптера.
 1- барабан; 2- зубці; 3- надбарабання; 4 – пальці надбарабання

Умова працездатності адаптера може бути виражена як:

$$F_{o.d_1} + F_{o.d_2} < F_{d.p_1} + F_{d.p_2} \quad (1)$$

де $F_{o.d}$ – сила опору деформації, Н

$F_{d.p}$ – сила опору деформації проштовхування, Н

Сили опору в свою чергу залежать від складових:

$$F_{o.d} = f(l_p, d, h) \quad (2)$$

$$F_{d.p} = f(R_b, h_b, h_p, d_p, \omega) \quad (3)$$

де l_p – довжина пальців надбарабання, м;

d – діаметр пальців надбарабання, м;

h – відстань між пальцями надбарабання, м;

R_b – радіус барабана, м;

h_b – крок зубців барабана, м;

h_p – довжина зубців барабана, м;

d_p – діаметр зубців барабана, м;

ω – кутова швидкість барабана, рад·с⁻¹.

Висновки

1. Розроблено технічний засіб для викопування кореневищ міскантуса з поділом їх на частини та ризоми. Поділ кореневищ міскантуса забезпечує адаптер, який складається з барабана із зубцями та надбарабання з пальцями.

2. Визначено умову працездатності адаптера для поділу кореневищ міскантуса на частини та ризоми.

Список використаних джерел

1. Патент на винахід № 121957. Пристрій для викопування кореневищ міскантуса /Адамчук В.В., Булгаков В.М., Борис А.М., Присяжний В.Г., Кусайко В.С., Каспрович І.К., Коновал О.О. //Опубл. 10.08.2020. – Бюл. № 15.

2. Каспрович І.К. Технічний засіб для викопування кореневищ міскантуса з розділенням їх на ризоми //Національний науковий центр “Інститут механізації та електрифікації сільського господарства”, Механізація та електрифікація сільського господарства: міжвідомчий тематичний науковий збірник // ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2019. Вип. №9 (108). – С. 95–98.

УДК 631.356.22

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ГИЧКОЗБИРАЛЬНОГО МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА

Є. І. ІГНАТЬЄВ, к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь*

E-mail: yevhen.ihnatiev@tsatu.edu.ua

Для перевірки та підтвердження розробленої математичної моделі руху комбінованого гичкозбирального агрегату проведено дослідження впливу режимів роботи на якісні показники та визначено втрати гички при суцільному безкопірному зрізанні гички фронтально начепленою на орно-просапний трактор гичкозбиральною машиною.

Передбачені програмою експериментальних досліджень задачі вирішувались за допомогою лабораторно-польової установки на основі використання експериментального зразка гичкозбиральної машини.

Всі пункти плану по дослідженню показників якості роботи комбінованого гичкозбирального агрегату були реалізовані при кількості дослідів 36 в п'ятикратній повторності.

Для оцінки впливовості факторів та характеру їх впливу на якісний показник роботи отримано залежності у вигляді рівняння регресії:

– в натуральному вигляді:

$$y = 49,39992 - 0,19953n + 167,3833V + 5035,927h, \quad (1)$$

– в кодованому вигляді:

$$Y = 578,8905 - 49,8833 X1 + 167,3833 X2 + 327,3136 X3. \quad (2)$$

З рівняння (1) впливає, що найбільший вплив на масу залишків гички на поверхні головок коренеплодів при застосуванні роторної гичкозбиральної машини має висота зрізу, тобто висота встановлення роторного гичкозрізального апарату над рівнем поверхні ґрунту, а найменший – частота обертання ротора гичкозрізального апарату.

Для більш повного опису процесу видалення гички роторною гичкозбиральною машиною, внаслідок обробки результатів багатфакторного експерименту отримано математичну модель у вигляді рівняння регресії II ступеню:

– в натуральному вигляді:

$$Q = -177,593 - 0,24224n + 530,8054V + 8680,805h + \\ + 0,000179nn - 109,767VV - 6795,18hh - \\ - 0,09602nV - 1159,51Vh - 4,22748nh + 2,158437nVh, \quad (3)$$

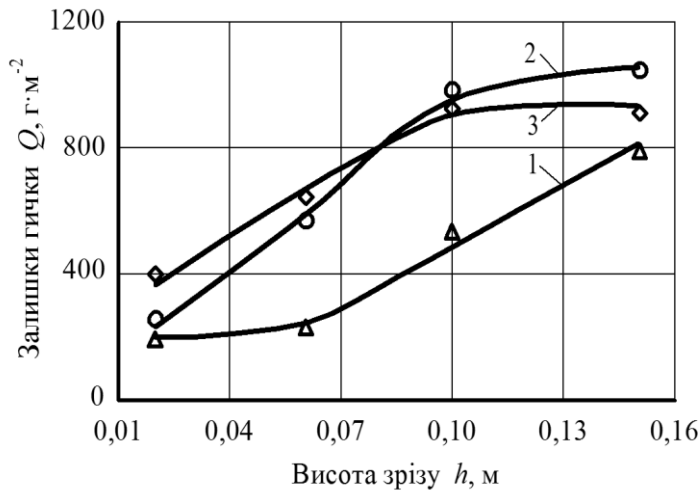
де V – поступальна швидкість руху трактора, $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$; n – частота обертання гичкозрізального ротора, $\text{об} \cdot \text{хв}^{-1}$; h – висота зрізу гички, м

– в кодованому вигляді:

$$Y = 587,2724 - 50,5026X1 + 168,38335327X2 + 327,8374X3 +$$

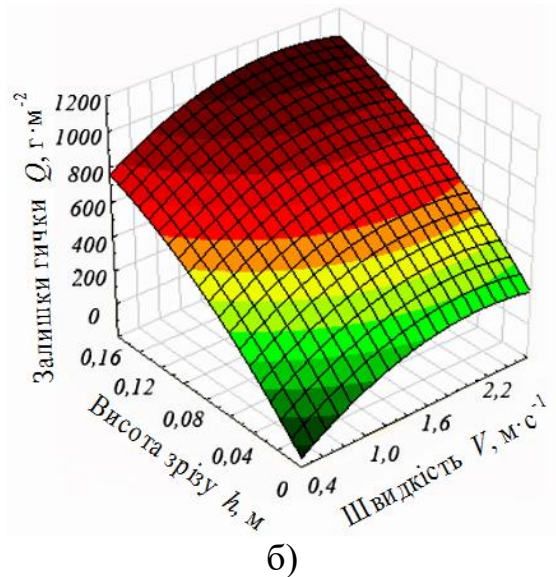
$$+ 11,18333X1X1 - 28,783X3X3 + 21,86292X1X2 + 29,85444X2X3 - 16,0845X1X3 + 35,07582X1X2X3. \quad (4)$$

Графічна інтерпретація рівнянь регресії (3) і (4) представлено у вигляді плоских графіків (рис. 1 а) та поверхні відгуку (рис. 1 б).



а)

1 – $V = 0,5 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$; 2 – $V = 1,5 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$;
3 – $V = 2,5 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$



б)

Рисунок 1 – Залежність залишків гички на поверхні головки коренеплодів від висоти установки ротора над рівнем поверхні ґрунту h та швидкості руху V при частоті обертання n ротора гичкозрізального апарату $500 \text{ об} \cdot \text{хв}^{-1}$ (а) та поверхня відгуку (б)

Отримане рівняння регресії, а також графічні залежності свідчать, що зменшення залишків гички на поверхні головок коренеплодів можна досягнути зменшенням висоти встановлення гичкозрізального апарату над поверхнею ґрунту і поступальної швидкості руху машини, а також збільшенням частоти обертання ротора.

УДК 631.363.2

РУХ ЧАСТИНКИ РІЗАНОЇ СТЕБЛОВОЇ МАСИ ПО ПЛОЩИНІ ЛОПАТКИ ПРИСКОРЮВАЧА КОРМОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА

В. В. МАКСІМЕНКО, к.т.н.,
*Національний науковий центр «Інститут механізації
та електрифікації сільського господарства»,
E-mail: vmax1246@gmail.com;*

Базуючись на законах класичної механіки, П. М. Василенко [1, 2] розробив, а для окремих випадків і дослідив рух матеріальної частинки по шорсткій поверхні, зокрема й обертовій відносно горизонтальної осі.

Розглядаючи окремі етапи кидально-пневматичного процесу, в працях [1, 3–5] автори, вивчаючи процес різання, розглянули рух по лезу ножа та сходження різаної стеблової маси з ножа.

В працях [6, 7] розглянуто аналітично рух матеріальної частинки по лопатці відцентрового розсіювального апарата. Складено систему диференціальних рівнянь руху матеріальної частинки.

В роботі [8] встановлено та графічно проілюстровано основні параметри руху матеріальної частинки по площині лопатки ротора прискорювача у вивантажувальному каналі кормозбирального комбайна, при умові що частинка має швидкість руху при потраплянні на площину лопатки прискорювача.

Матеріальна частинка різаної маси масою M під дією лопатки прискорювача виконує складний рух. Для його представлення розділяємо переносний та відносний рухи. Переносний рух – обертальний рух спільно з лопаткою, а відносний рух – рух частинки відносно лопатки (рис. 1).

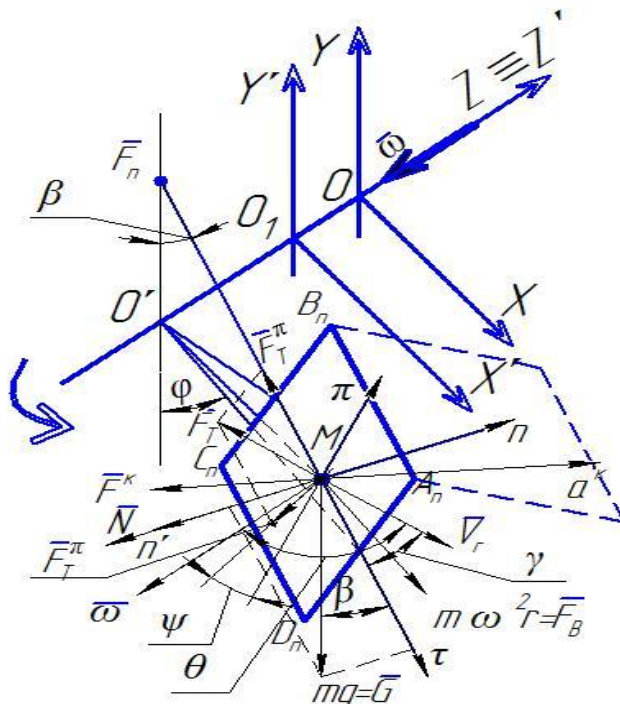


Рис. 1. Сили, що діють на точку M на поверхні лопатки

Форма лопатки є жолобоподібною. Її ліва та права частини є однаковими, у подальшому розглядаємо одну частину, оскільки процеси на частинах ідентичні, лише зміщення маси поперек лопаток відбувається назустріч.

Після складання рівнянь та перетворень отримуємо систему диференціальних рівнянь руху виділеної частинки різаної стеблової маси по лопатці з трьома невідомими:

$$\begin{cases} \ddot{\tau} + 2\omega\dot{\tau} \left(\sin(\arctan(\frac{\tan\psi}{\cos\gamma})) \sin\gamma - f \cos(\arctan(\frac{\tan\psi}{\cos\gamma})) \cos\gamma \right) - \omega^2\tau = \\ \quad = \omega^2(Rf \cos\psi \sin\alpha_0 \cos\gamma - r_0 \cos\alpha_k) - \\ \quad - fg \cos\gamma \sin\beta \cos\psi + g \cos(\omega t - \alpha_0), \\ \ddot{\pi} - 2\omega\dot{\pi} \cos(\arctan(\frac{\tan\psi}{\cos\gamma}))(f \cos\gamma - \tan\psi \operatorname{ctan}\gamma) = \\ \quad = \omega^2 R \sin\alpha_0 \cos\psi (f \sin\gamma - \tan\psi) + g \sin\psi (1 - f \sin\gamma \sin(\omega t - \alpha_0) \operatorname{ctan}\psi), \\ \dot{\pi}/\dot{\tau} = \tan\gamma, \end{cases} \quad (1)$$

де ω – кутова швидкість обертання ротора, с^{-1} ;

τ – переміщення вдовж осі τ , м;

r_0 – відстань від початку координат O' до початку лопатки, м;

α_0 – кут між радіусом і лопаткою на її початку, рад;

f – коефіцієнт тертя частинки M по поверхні лопатки;

g – прискорення вільного падіння, м/с^2 ;

ψ – кут відхилення вектора кутової швидкості від напрямку π рухомої системи координат, рад;

R – радіус прискорювача, м;

α_k – кут між радіусом і лопаткою в її кінці, рад.

Отримані розв'язки дозволяють аналізувати рух матеріальної точки по лопатці, використовуючи програмні можливості, що дозволяють не лише визначати розв'язок системи за заданих умов, а й візуально інтерпретувати отримані результати.

Висновки

Розроблена система диференціальних рівнянь руху матеріальної точки різаної стеблової маси, яка включає основні конструкційні параметри прискорювача, дозволяє встановити параметри руху ($\ddot{\tau}, \dot{\tau}, \tau; \ddot{\pi}, \dot{\pi}, \pi$ та кут γ між швидкостями $\dot{\tau}$ і $\dot{\pi}$).

Список використаних джерел

1. Василенко П. М. Теория движения частицы по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин. К. : УАСХН, 1960. 284 с.
2. Василенко П. М. Введение в земледельческую механику. К. : Сельхозобразование, 1996. 252 с.
3. Василенко И. Ф. Теория режущих аппаратов жатвенных машин. Труды ВИСХОМ. М., 1937. № 5. С. 7–114.
4. Гутьяр Е. М. К теории резания стеблей. Сельскохозяйственные машины. 1931. № 7. С. 12–13.

5. Резник Н. Е. Кормоуборочные комбайны. М. : Машиностроение, 1980. 375 с.

6. Адамчук В. В., Пилипака С. Ф., Бабка В. М. Дослідження руху матеріальної частинки при відцентровому розсіюванні. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки*. 2012. Вип. № 11. Т. 1 (65). С. 24–33.

7. Баранов А. А., Особов В. И. К теории измельчающего аппарата кормоуборочных машин. *Техника в сельском хозяйстве*. 1998. № 3. С. 13–17.

8. Максименко В. В., Обґрунтування параметрів прискорювача різаної маси вивантажувального каналу кормозбирального комбайна : автореф. дис. ... канд. техн. Наук : 05.05.11/ Максименко Віктор Володимирович ; Глеваха. ННЦ «ІМЕСГ». – Глеваха, 2021. – 24 с.

Секція 3 *«Надійність технологічних систем у рослинництві»*

УДК 631.34: 631.333

МЕТОДИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДІАГНОСТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ СТАНУ ЩІЛИННИХ ГІДРАВЛІЧНИХ РОЗПИЛЮВАЧІВ ДЛЯ ХІМІЧНОГО ЗАХИСТУ РОСЛИН

В. І. МЕЛЬНИК, д.т.н., проф.,
М. Л. ШУЛЯК, д.т.н., проф.,
К. Г. СИРОВИЦЬКИЙ, здоб.

Державний біотехнологічний університет, м. Харків
E-mail: victor_melnik@ukr.net

Технічний стан розпилювача для хімічного захисту рослин є одним з визначальних показників ефективної роботи обприскувача. Сучасні методи діагности технічного стану розпилювачів включають в себе норму виливу робочої рідини, як основоположну мету його роботи [1, 2, 3]. Але, на нашу думку, фізичний стан розпилювача та факел розпилу, що ним створюється, також є одними з найголовніших параметрів його експлуатації. Своєчасне виявлення прихованих дефектів та їх усунення може стати вирішальним чинником успішної роботи в «гарячу пору» [4, 5, 6].

Для проведення досліджень отримували розпилювачі від сільськогосподарських підприємств Харківської області. Всі розпилювачі були з однієї партії та працювали в однакових умовах. В якості контрольних екземплярів було використано розпилювачі з тієї ж партії, які не працювали в полі. Отримані розпилювачі супроводжували детальним звітом, який включав в себе час наробітку продовж сезону із деталізацією за препаративними формами робочої рідини (суспензія, емульсія чи розчин) та види технічного обслуговування, яке проводилось. Кожен розпилювач маркували та проводили геометричну оцінку його сопла на універсальному вимірювальному мікроскопі для встановлення відхилень. Приклад сопла розпилювача після неправильного чищення представлено на рис. 1.

З метою дослідження роботи таких розпилювачів та подальшого їх дефектування нами було створено дослідний стенд, який дозволив проводити оцінку технічного стану щілинних гідравлічних розпилювачів, проводити їх дефектування та давати оцінку про можливість його подальшої експлуатації.



Рис. 1. Сопло щілинного гідравлічного розпилювача після неправильного чищення

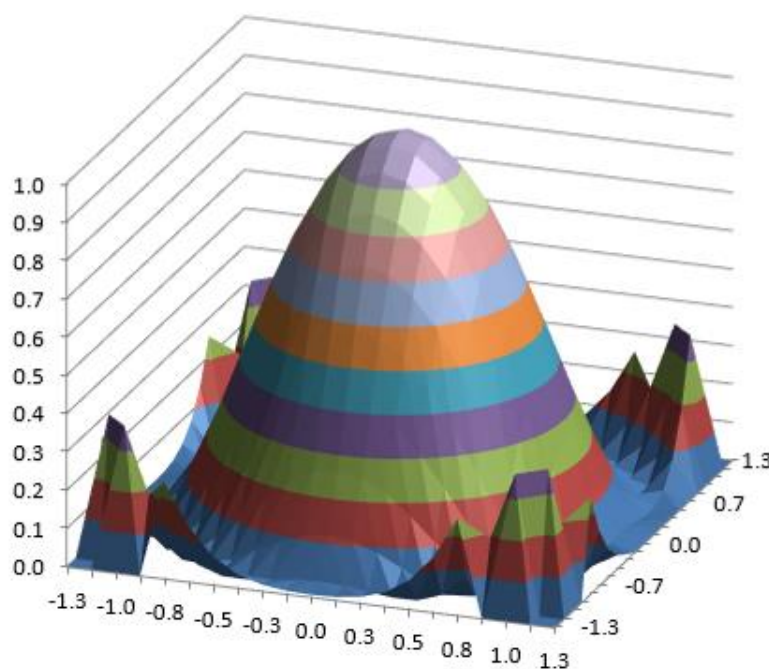
Дослідний стенд включає бачок для рідини, дві матриці з пробірками, які розташовані під розпилювачем, дві розпірні втулки, дві стійки, балку, притискний диск з ніпелем і прокладкою, відповідний пристрій для рідини. Дослідний стенд виконано з матеріалів, які мають високу стійкість до корозії, а саме з капролону та органічного скла.

Розпилювач встановлювали в центрі балки точно по-середині матриці. Робочу рідину з бачка подавали під різним тиском за допомогою компресора. При відкриванні запірного крану та виходу тиску в системі на однаковий рівень відкривали кран подачі рідини в сам розпилювач. Через одну хвилину роботи кран закривали, а розпилювач демонтували.

Після випробування розпилювача усі пробірки двічі переважували. Перший раз разом із робочою рідиною в них, а вдруге без неї. Для зважування використовували ваги дискретністю 0,001 грам, які з'єднанні з комп'ютером для автоматичного запису отриманих даних ваги пробірок. З'єднання з комп'ютером було забезпечено удосконаленням ваг шляхом обладнання інтерфейсом USB 2.0. Дані обробляли за допомогою налаштування для Microsoft Excel на базі Visual Basic for Application (VBA). Microsoft Excel при отриманні даних з порту USB 2.0 автоматично вносить в необхідну клітину отримане значення для подальших розрахунків (рис. 2).

1725	№ пробірки	Вага, мгм	№ пробірки	Вага, мгм	№ пробірки	Вага, мгм
1726	y1	x1	y2	x2	y3	x3
1727	1	30	32	68	34	40
1728	2	33	31	66	35	68

Рис. 2. Фрагмент отриманих даних в Microsoft Excel



Отримані данні Рис. 3. Приклад отриманої поверхні відгуку обробляли за допомогою стану розпилення рідини сплайн-інтерполяції та отримувалися поверхні відгуку (рис. 3).

На основі аналізу поверхонь робились висновки щодо якості розподілення рідини розпилювачем та можливості його подальшої експлуатації.

Такий метод діагностування робочого стану щільних гідравлічних розпилювачів для хімічного захисту рослин дозволяє проводити якісну оцінку технічного стану щільних гідравлічних розпилювачів в експлуатації та проводити ефективне дефектування нових розпилювачів. Також, було виявлено, що технічний стан розпилювача суттєво впливає на якість виконання технологічних операцій по застосуванню рідких хімічних засобів інтенсифікації рослинництва.

Список використаних джерел

1. Мельник В.И. Внутрипочвенное внесение жидкостей в растениеводство: Монография. – Харьков: «Міськдрук», 2010, – 439 с.: ил.
2. Lechler: Распылители для сельского хозяйства: Каталог. – 2010. – 68 с.
3. Кобець А. С., Кобець О. М., Ільницький В. М. Діагностування технічного стану щільних розпилювачів пестицидів. ДДАУ – 2013.
4. Анализ конструкций распылителей машин для химической защиты растений / П. А. Догота, Ю. В. Самсонов // Наукові праці Південного філіалу Національного університету біоресурсів і природокористування України «Кримський агротехнологічний університет». Технічні науки. – 2013. – Вип. 153. – С. 158-164.
5. Мельник В. И. Распылители для химической защиты растений / В. И. Мельник. К. Г. Сыровицкий // Вісник ХНТУСГ. Вип. 135. 2013. – с. 95-101.
6. Мельник В. І. Наукові основи екологічно ощадних технологій і технічних засобів для внесення рідких добрив та хімзахисту рослин : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.05.11 – Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва ; наук. конс. Л. М. Тіщенко ; Харків, 2010. 40 с.

УДК 631.333

ТЕХНІКА ДЛЯ ІНТЕНСИВНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ

В. І. МЕЛЬНИК, д.т.н., проф.,

О. А. РОМАНАШЕНКО, доц.

Державний біотехнологічний університет, м. Харків

E-mail: romanashenko.a@gmail.com

Позитивний вплив помірних доз органічних добрив, торф'яних компостів, дефекату (відходи, отримані при виробництві цукру), на біологічну активність ґрунту доведено багатьма агрохімічними дослідженнями. Якість роботи машин по внесенню добрив не завжди задовольняє агротехнічним вимогам, а найчастіше вимоги є занадто заниженими. Так, нерівномірність внесення гною значить, що на одних ділянках поля доза буде завищена, на інших занижена. Високі дози добрив приводять до полеглості рослин (зернові-колосові), створення високих концентрацій солей в ґрунті, великих втрат газоподібного азоту, вимивання його з ґрунту атмосферними опадами. При цьому знижується якість продукції і не підвищується врожай сільськогосподарської культури.

Швидке зростання цін в останнє десятиріччя на паливо, електроенергію, машини, добрива та ін. спонукає усвідомити, що виробництво сільськогосподарської продукції стало проблемним в енергетичному сенсі. Тенденція зростання енергоємності сільськогосподарської продукції обумовлює необхідність розробки широких заходів щодо енергозбереження в аграрному виробництві. Ключовими питаннями цієї задачі є зниження енергоємності технологічних процесів та підвищення якості проведення польових робіт [1 - 4].

Існуючі конструкції валкувачів-розкидачів органічних добрив мають основний недолік у їхній роботі — недопустиму нерівномірність формування валка в наслідок забивання та залипання робочих органів. Жодна з існуючих машин, не може сформувати валок з нерівномірністю відповідно до агротехнічних вимог $\pm 25\%$.

Розроблена конструкція валкувача-розкидача органічних добрив (рис. 1) дозволяє проводити поділ купи на дві частини, що дає можливість використовувати транспортні засоби для вивезення добрив на поля більшої вантажопідйомності (4 – 8 т). Валкувач виконаний зі зміщеними формуючим та утримуючим щитами у вертикальній площині [5].

Щити оснащені гальмувальними щитками, за допомогою яких виконується гальмування верхніх шарів добрив, в той час як нижні шари без перешкод рухаються до дозуючого пристрою і формуються у валок. По мірі зменшення об'єму добрив у нижньому шарі, добрива які розташовані у верхніх шарах підживлюють нижній шар.



Валкувач-розкидач
органічних добрив з
подільником куп в агрегаті з
трактором ХТЗ-161

Ущільнення маси гною проходить за рахунок зменшення пористості, видавлювання води, відбувається наче б то більш щільніша укладка часток. При цьому взаємні, здвиги відсутні, а перебудова структури супроводжується без розриву зв'язків. Із зростанням навантажування характер деформації змінюється. В результаті зменшення об'єму щілин значно збільшуються сили взаємодії між частками. Ці сили у подальшому починають перешкоджати зближенню часток і в матеріалі виникають площини здвигів. Весь масив, який деформується, охоплюється здвигами і переміщенням окремих часток без помітної зміни об'єму. Весь масив, втягнений в деформацію охоплюється здвигами, відбувається пластична течія гною.

Властивість матеріалу характеризується при цьому двома параметрами: граничним напруженням здвигу та пластичною в'язкістю.

Зміщення щитів у вертикальній площині дає змогу першими рухатись добривам розташованим на утримуючому щиті, а потім з формуючого. Це дає змогу мінімізувати забивання та зависання добрив між щитами і забезпечити формування рівномірного по ширині та щільності валка до $\pm 25\%$ (рис. 2), що сприяє одночасному розвитку, дозріванню посівів та збільшенню врожайності сільськогосподарських культур [6, 7].

Якщо
рівномірність розподілу
добрив у напрямку руху
знаходиться в прямій
залежності від якості
формування валка, то
рівномірність розподілу
по ширині захвату
залежить від роботи
метальника.

Результати
досліджень показують,
що зі збільшенням
норми внесення і
зменшенням маси купи
якість формування валка



Рис. 2. Робота валкувача-розкидача в агрегаті
з трактором ХТЗ-170

підвищується. Значно підвищується надійність і якість роботи розкидачів. Такий розкидач забезпечує необхідну якість внесення добрив при нормі 30...80 т/га. Зі збільшенням норми внесення добрив (понад 80т/га) і швидкості руху агрегату збільшується ширина захвату агрегату, підвищується продуктивність та якість роботи.

Валкувач-розкидач органічних добрив має: продуктивність — 3,5...6,5 га/год; ширина захвату — 30 м; робоча швидкість— 2,5...7 км/год; доза внесення — 10...80 т/га; нерівномірність розподілу добрив — до 25%; тип машини — начіпна; агрегується с тракторами класу 30 кН.

Список використаних джерел

1. Каменський В. Ф. Землеробство ХХІ століття – проблеми та шляхи вирішення / В. Ф. Камінський, Я. М. Гадзало, В. Ф. Сайко, М. С. Корнійчук // за редакцією В.Ф.Камінського. –Київ : ВП «Едельвейс», 2015. – 272 с.

2. Мельник В. І., Романащенко О. А. Складові структури твердих органічних добрив. Вісник ХНТУСГ. Вип. 180. Механізація сільськогосподарського виробництва, Харків. 2017. – С.48-54.

3. Писаренко В. М. Система органічного землеробства агроєколога С. С. Антонця / В. В. Писаренко, А. С. Антонець, Г. В. Лук'яненко, П. В. Писаренко. – Полтава. – 2016. – 131с.

4. Мельник В. І., Романащенко О. А., Циганенко М. О., Фесенко В. Г., Калюжний О. А., Качанов В. В., Романащенко І. О. Використання органічних добрив: економічно-екологічні аспекти. Інженерія природокористування, 2020, №3(17). – С. 29-34.

5. Романащенко О. А., Мельник В. І., Анікеев О. І., Фесенко Г. В. Удосконалення роторного розкидача органічних добрив. ХНТУСГ ННІ МСМ Інженерія природокористування, № 9(1). Харків. 2018. – С. 21-26.

6. Фесенко Г. В., Романащенко О. А., Анікеев О. І. Розкидач органічних добрив. Патент на винахід України №115913. Дата подання заявки: 02.02.2016. Опубл. 10.01 2018. Бюл. №1.

7. Фесенко Г. В., Фесенко Т.Г., Фесенко Г.Г., Романащенко О. А. Машина для внесення органічних дорив. Патент на винахід України № 121612. Дата подання заявки: 16.08.2018. Опубл. 25.06.2020. Бюл. №12.

УДК 631.31

ФУНКЦІОНАЛЬНІ ЗВ'ЯЗКИ МІЖ ОБ'ЄМОМ УГІДЬ, ВИРОБНИЧОЮ ПРОГРАМОЮ І ПОТРЕБОЮ ГОСПОДАРСТВА В ТЕХНІЦІ

В. І. МЕЛЬНИК, д.т.н., проф.,
С. А. ЧИГРИНА, здоб.

Державний біотехнологічний університет, м. Харків
E-mail: chygryna@gmail.com

Раціональна структура машинно-тракторного парку господарства повинна бути узгоджена із структурою посівних площ, системою сівозмін і добрив, технологією вирощування і збирання с.-г. культур, їх урожайністю із урахуванням природно-кліматичних умов зони [1, 2].

Машинно-тракторний парк оптимальної структури повинен забезпечувати виконання всіх робіт у встановлені оптимальні терміни, по можливості, при найменшому числі типорозмірів (марок) технічних засобів. Ступінь наближення до оптимальності складу машинно-тракторного парку залежить від якості підготовки вихідної інформації і адекватності відображення нею об'єктивних умов виробництва в господарстві [3].

Найважливіші основні параметри, які вирішують проблему потреби в тракторах – це середній розмір господарства, його виробнича програма і спеціалізація.

З останньої тези робимо висновок, що оптимальні розміри господарств, в яких техніка буде використовуватися найбільш ефективно і які пов'язані зі спеціалізацією. Розглянемо це питання на прикладі господарств Харківської області України, де з урахуванням спеціалізації і концентрації с.-г. виробництва виділено чотири природно-економічні райони: лісостеповий, степово-східний, степово-західний і південний [4].

В природних умовах цих зон найбільш повно відповідають агротехнічним і організаційно-господарським вимогам 8-9-10-ти польові сівозміни. У них легше витримати оптимальну послідовність культур, уникнути дроблення полів, усунути специфічний вплив попередніх культур, особливо таких, як цукровий буряк, соняшник та ін. [5]. Особливу увагу приділимо вирощуванню цукрового буряку в природних умовах Харківській області з тієї причини, що потужний гумусний горизонт дає високі врожаї [5].

Дослідження потреби господарств в техніці проводимо аналітично. Приймаємо, що модельні господарства мають від 600 га до 5000 га орних земель. Культури розміщені на полях загальною площею від 100 га до 500 га. Загальна кількість господарств – по 5 на кожну сівозміну, тобто всього 20.

У 10-ти польовій сівозміні є 2 поля під цукрові буряки, тобто 20%. Одна з 9-ти польових сівозмін також містить 2 поля (22,2%), а інша – одне поле (11,1%). В 6-ти польовій сівозміні маємо одне поле цукрових буряків (16,7%).

Отже, в роботі зроблено розрахунок потреби в тракторах для чотирьох сівозмін із різним вмістом цукрових буряків (11,1%; 16,7%; 20%; 22,2%) в господарствах, які відрізняються площею угідь 600 – 5000 га [6].

Склад тракторного парку модельних господарств обмежили трьома тяговими класами: 30, 20 і 14 кН. Із марочним складом тракторного парку ситуація складніша. У більшості випадків, потрібні для розрахунків, тягові характеристики імпортованих тракторів невідомі. Отже задіяні нами конкретні марки тракторів класу тяги 30 кН (Т-150, Т-150К, ХТЗ-170), класу тяги 20 кН (Т-70С) і класу тяги 14 кН (ЮМЗ-6Л) слід розуміти як трактори-аналоги, тобто такі, що є на ринку і мають відповідні тягові характеристики. Якщо, наприклад, на сьогодні трактора аналогічного за тяговими характеристиками гусеничному трактору Т-70 на ринку немає, то, відповідно, в подальшому ми обґрунтуємо необхідність його виробництва. Тим більше, що, свого часу, конструктори ПАТ «ХТЗ» розробили близьку за параметрами конструкцію гусеничного трактора із двигуном потужністю в 100 к.с.

В першу чергу, всі розрахунки і графіки виконували для основних (провідних) операцій, обумовлених певними агротехнічними термінами: сіва, збирання, заготівля кормів і т. ін. Потім для операцій, пов'язаних з основними (попередніх, супутніх, наступних, допоміжних), і після цього для всіх інших.

Одержані графіки використання тракторів аналізували і в разі необхідності (при наявності піків) коригували плани виконання робіт.

Із розрахунків видно, що питома потреба в тракторах $n_{\text{ет}}$ тим менша, чим більша F площа угідь господарства. Пояснюється це тим, що із зростанням розмірів господарства збільшується часовий період дозрівання ґрунту на його полях. Останнє, в свою чергу, пов'язано з розширенням різноманітності природних і господарських факторів, якими характеризуються ці поля, зокрема:

а) з розширенням різноманітності ґрунтів (наприклад, суглинисті ґрунти дозрівають пізніше, ніж супіщані);

б) з ускладненням рельєфу (рівне поле дозріває рівномірно і швидше ніж таке ж, але з дрібними балками, а південний схил дозріває швидше рівного поля і, занадто швидше, ніж схил звернений на північ);

в) з розширенням видового різноманіття попередників (поле з великим вмістом рослинних залишків довше прогрівається і зберігає весняну вологу).

В кінцевому підсумку вплив великої кількості перерахованих факторів призводить до розтягування весняно-польових робіт на кілька днів, а разом з ними, в дещо меншій мірі, і всіх інших робіт по догляду за рослинами, їх прибиранні і при підготовці полів до зими [8].

Для аналізу ефективності землевикористання нами виділені чотири категорії середнього об'єму угідь: малоплощадна – до 200 га угідь на господарство; середньоплощадна – господарства з розмірами угідь 200 ... 1000 га; великоплощадна – 1 ... 5 тис. га угідь на одне агропідприємство; гіперплощадна – більше 5 тис. га угідь на одну агрофірму.

Для західного землеробства характерна малоплощадність [6]. Середні розміри господарств по країнам із цієї категорії різняться до 11,63 разів, а оснащеність їх технікою — до 4,43 разів.

Основний механізм мінімізації потреби в техніці господарств малоплощадної категорії базується на прямопропорційній залежності між розміром угідь і можливим річним завантаженням техніки, задіяної на однойменних полях і однойменних операціях. Це механізм прямого завантаження техніки.

Механізм прямого завантаження техніки проявляється тим ефективніше, чим менше розмір господарства і, відповідно, практично повністю вичерпує себе при площі угідь господарства, більше 150...200 га.

Малоземельне ведення сільського господарства украй небажане, а збільшення середнього об'єму угідь одного господарства за межі 5 тис. га — малоефективне. Ефективність машиновикористання тим вища, чим більший розмір господарства, так в господарствах із об'ємом угідь в межах 5 тис. га. відрізняється в десять і більше разів.

Малорозмірні господарства можуть бути більш ефективними у разі яскраво вираженої і специфічної спеціалізації (наприклад овочевої).

Характерний для господарств середньоплощадної категорії механізм мінімізації потреби в техніці, базується на використанні сівозмін і, як наслідок, широкому застосуванню однойменних машин на різнойменних полях. Чим більший розмір господарства, тим більше різнойменних полів сівозміни і тим більше альтернатив для більш повного використання техніки. Звідси назва — механізм альтернативного завантаження техніки.

Таким чином, маніпулюючи розташуванням однойменних полів різних сівозмін можна домогтися усвідомленого зміщення оптимальних термінів проведення однойменних польових робіт, а, значить, мінімізувати пікові потреби в техніці. Такий механізм зниження навантаження на техніку назовемо методом мінімізації накладок термінів проведення робіт.

Кожний із механізмів мінімізації потреби в техніці проявляється в найбільшій мірі в тій категорії де він вперше з'являється. Так механізм прямого завантаження найбільш сильно проявляється в малоплощадній категорії господарств. В більш крупних господарствах наступних категорій цей механізм продовжує проявлятися, але не так значуще, як механізм альтернативного завантаження для середньоплощадних господарств і механізм мінімізації накладок термінів проведення робіт для господарств крупноплощадної категорії.

Переходи з однієї категорії в іншу характеризуються проявом нового фактору, який мінімізує середню потребу агропідприємств в тракторах або іншій техніці. Відповідно перехід з малоплощадної категорії в середньоплощадну супроводжується зниженням питомої потреби в тракторах в 2,6 рази і далі перехід від середньоплощадної категорії в великоплощадну — в 1,19 рази.

Застосовувана нами методика (виключаючи конкретні значення дат і коефіцієнтів) справедлива для помірно горбистої місцевості, яка характерна для більшої частини України. У гірських районах західної частини України більш значущими можуть виявитися інші чинники, а, значить, для них, ймовірно, знадобляться деякі коригування методики. Для південних рівнинних районів вона не може бути застосована зовсім, через зникнення самого предмета досліджень – впливу рельєфу місцевості на терміни проведення польових робіт. З урахуванням висловлених зауважень розглянута далі методика справедлива і для світового землеробства.

Застосування отриманих знань дозволить більш усвідомлено проводити реформи в аграрному секторі економіки України та мінімізувати витрати держави на техніку.

Список використаних джерел

1. Мельник В. И., Осипова Л. С., Чигрина С. А. Севооборот, как способ снижения потребности в технике овощеводческих хозяйств // Инженерия природокористування. 2014. – № 2(2). С. 108-113.
2. Мельник В. И., Чигрина С. А. Оцінка потреби сільгосппідприємств в техніці // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь, – Вип.8. 2008. Т. 1. С. 58–65.
3. Мельник В. И. и др. Комплектування оптимальних агрегатів в системах рослинництва. експлуатація машин і обладнання Методичні вказівки № 1 до виконання практичних робіт студентами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, денної (заочної) форми навчання ОПП «Агроінженерія» . 2020. 93 с.
4. Мельник В. И., Чигрина С. А. Потребность в технике как функция специализации и размера хозяйства // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2009. № 4. С. 8-12.
5. Мельник В. И., Чигрина С. А. Исследование эффективности машиноиспользования в крупных свекловичных хозяйствах // С.-г. машины : зб. наук. статей Луцького НТУ. – Луцьк, – Вип. 18. 2009. С. 293-299.
6. Мельник В. И., Чигрина С. А. Корреляция между размерами агропредприятия, потребностью его в технике и эффективностью работы // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию Белорусского государственного аграрного технического университета и памяти. 2014. № ч. 1. С. 352-356.
7. Мельник В. И., Чигрина С. А. Размер поля как фактор снижения потребности в моторном топливе // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь, – Вип.8. 2008. Т. 6. С. 163-173.
8. Мельник В. И., Чигрина С. А. Микроклимат каждого из полей, как фактор влияния на темпы проведения работ и потребность в технике // Конструювання, виробництво та експлуатація с.-г. машин: Загальнодерж. міжвід. наук.-техн. зб. – Кіровоград, – Вип. 39. 2009. – С. 319-326.

УДК 351.811.122 : 656.053

ПОТОЧНІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА ЗАХОДИ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

К. О. КИСИЛЧІНА, студентка магістратури,

І. О. КОЛОСОК, к.пед.н., доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: kolosok@nubip.edu.ua

На дорогах світу щороку гине близько мільйона осіб, а ще 50 мільйонів отримують травми. Такий рівень дорожнього травматизму дуже дорого обходиться економіці, в більшості країн поглинаючи від 1 % до 3 % ВВП. Крім того, загибель і інвалідність людей ведуть до величезної емоційної і фінансового навантаження на сім'ї, що постраждали.

Аварії в основному можна запобігти. У більшості країн-членів ОЕСР/МТФ (Міжнародний транспортний форум) за період з 1970 по 2005 р. смертність на дорогах скоротилася приблизно на 50 %, однак ці здобутки не дуже рівномірно розподілені. Найбільше скорочення досягнуто в країнах Західної Європи та Азійсько-Тихоокеанського регіону (відповідно на 61 % і на 45 %). У Північній Америці (США і Канаді) смертність скоротилася на 20%, при цьому темп скорочення був вище в 1980-і, ніж в наступні роки. У країнах Центральної та Східної Європи (ЦСЄ) і в країнах, що входили до складу СРСР значний рівень щорічного зниження був досягнутий в 1990-і роки, проте починаючи з 2000 р. рівень смертності стабілізувався в ЦСЄ і підвищився на території колишніх радянських республік.

Рівень безпеки дорожнього руху, особливо в країнах з низькими показниками дорожньої безпеки, можна підвищити в короткостроковій перспективі за рахунок впровадження арсеналу перевірених заходів, а саме:

- управління швидкістю: примусове дотримання існуючих обмежень швидкості може принести негайну користь для дорожньої безпеки. Ефективне управління швидкістю вимагає також, щоб обмеження швидкості відповідали типу дороги, ризикам придорожньої смуги, конструкції дороги, інтенсивності руху, а також складу і наявності схильних до ризику користувачів дороги. Іншими найважливішими компонентами управління швидкістю є вдосконалення інфраструктури і впровадження нових технологій, таких як інтелектне коригування швидкісного режиму, для модифікації поведінки;

- скорочення водіння у нетверезому стані: як показує передовий практичний досвід, для примусового забезпечення серед населення за кермом рівня алкоголю в крові, що не перевищує 0,5 проміле, необхідно максимально помітним чином здійснювати примусові заходи з використанням випадкової перевірки дихання на алкоголь. Таке правозастосування виявляється найбільш ефективними, коли супроводжується широкою просвітницької компанією, а до порушників застосовуються суворі санкції. В майбутньому як варіант можна

ввести використання алкогольних блокаторів за умови успішного підвищення рівня їх соціального схвалення;

- використання ременів безпеки: законодавство і тверде поліцейське правозастосування у супроводі інтенсивної кампанії в ЗМІ та штрафів є найбільш ефективною стратегією для підвищення рівня використання ременів безпеки. Такі технології, як системи нагадування про те, що треба пристебнути ремінь і блокувальник запалювання, якщо водій не користується ременем безпеки, можуть майже повністю запобігти цьому явищу серед водіїв, якщо їх ввести одночасно на усій території країни;

- більш безпечні дороги і узбіччя: принаймні, в короткостроковій перспективі відповідні заходи включають цільове поліпшення якості доріг, при якому виявляються й усуваються ділянки найбільшої аварійності за допомогою таких конкретних заходів, як шумове покриття узбіч, ущільнення узбіч, очищення узбіч від зелених насаджень і будівництво смуг обгону. У довготерміновій перспективі необхідний системний і активний підхід до проектування і оновлення дорожньої інфраструктури;

- підвищення безпеки транспортних засобів: безпека автомобілів значно зросла в останні роки завдяки технічному розвитку пасивних (захист при зіткненні) і активних (профілактика зіткнень) систем. Зокрема, електронні системи контролю стійкості – це найбільший крок вперед в напрямку активної безпеки, а іншими прикладами сучасних перспективних технологій є системи запобігання зіткнень і попередження про виїзд за межі смуги;

- зниження ризиків для водіїв-початківців: градуйовані схеми видачі водійських посвідчень у поєднанні з розширеним тренінгом в період навчання водінню виявилися ефективним способом зниження смертності серед водіїв-початківців. До складу градуйованого отримання водійських посвідчень можуть входити обмеження на водіння в нічний час і на наявність неповнолітніх пасажирів, градуйовані штрафні бали під час випробувального терміну, повна неприпустимість вмісту алкоголю в крові і тривалі періоди навчання під наглядом для водіння в різних дорожніх і погодних умовах [1].

Ці перевірені заходи зможуть і далі зберігати ефективність тільки в тому випадку, якщо впроваджувати їх досить інтенсивно і у відповідності до індивідуальних умов в кожній країні. Ефективне впровадження має на увазі також наявність процесів управління, які включають аналіз даних для виявлення основних проблемних напрямків, постановку завдань, які потрібно реалізувати, відбір ефективних заходів, стимулювання громадської і політичної підтримки, виділення достатніх ресурсів, а також моніторинг та оцінку результативності.

Список використаних джерел

1. URL: <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/08towardszeroru.pdf>
(дата звернення: 14.02.2022)

УДК 351.811.122 : 656.053.2 : 616-001

БАЖАНІ І ЕМПІРИЧНО ОБҐРУНТОВАНІ ЗАВДАННЯ ІЗ СКОРОЧЕННЯ ДОРОЖНЬОГО ТРАВМАТИЗМУ

В. В. КРАСНОЩОК, студент магістратури,

І. О. КОЛОСОК, к.пед.н., доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: kolosok@nubip.edu.ua

Бажані завдання з дуже високого рівня скорочення дорожнього травматизму використовувалися більшістю держав-членів МТФ (Міжнародний транспортний форум). З одного боку, дуже амбітні завдання здатні допомогти подолати консервативний світогляд. Для їх досягнення можуть знадобитися передові практичні заходи, які на декілька порядків випереджають прийняту практику. Для їх досягнення може знадобитися також розробка абсолютно нових, більш ефективних заходів. З іншого боку, бажані завдання не пов'язані з конкретно визначеними заходами. Тим самим невелика ймовірність того, що вони приведуть до детального діалогу між відомствами і політиками, які відповідають за безпеку і суспільство, з приводу конкретних дій і їх можливих наслідків, що зазвичай необхідно для забезпечення стійких покращень [1].

Бажані завдання повинні бути досяжні і здатні принести хоча б якусь користь в короткостроковій перспективі, щоб зберегти довіру суспільства. У гіршому випадку невдача в досягненні поставлених завдань може підірвати довіру до постановки задач як такої і в цілому до програм дорожньої безпеки.

Емпірично обґрунтовані завдання відображають прогнозований результат від впровадження заходів, що входять в ту чи іншу стратегію дорожньої безпеки. Прогнозований результат базується на минулих емпіричних даних, що відносяться до ефективності вже вжитих заходів, в поєднанні з максимально точними прогнозами їх майбутньої ефективності в рамках прийнятої стратегії. Постановка емпірично обґрунтованих завдань веде до створення чіткої “дорожньої карти” (з урахуванням необхідної гнучкості реагування на мінливі обставини). При такому підході ясність цілей, норми підзвітності державних відомств і чіткість у розподілі обов’язків між основними відомствами вище, ніж при підході на основі бажаних завдань. Ув’язка затвердженої стратегії з прогнозованими результатами означає, що поточний прогрес можна легко виміряти прозорим чином, модифікуючи стратегію і заходи, що до неї входять тоді і так, коли і як це стає необхідним.

Бажані завдання найкраще використовувати при формуванні довгострокової перспективи щодо досягнення близького до нульового рівня смертності і важкого травматизму в поєднанні з двостороннім підходом до перетворення такої перспективи в реальність, а саме: з постановкою на цей період проміжних завдань з кількісного поліпшення за конкретні відрізки часу завдяки заходам, які є частиною стратегії безпеки дорожнього руху; а також з

науково-дослідними розробками в напрямку більш ефективних та інноваційних заходів, які дозволять знайти нові способи підвищення результативності.

За будь-якої оцінки зв'язку між постановкою завдань і поліпшенням безпеки дорожнього руху в ідеалі треба розрізняти бажані і емпірично обґрунтовані завдання.

Список використаних джерел

1. URL: <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/08towardszeroru.pdf>
(дата звернення: 08.02.2022)

ТРАНСПОРТНА СКЛАДОВА У СОБІВАРТОСТІ АГРАРНОЇ ПРОДУКЦІЇ

В. І. МЕЛЬНИК, кандидат економічних наук, доцент,
О. В. ЩЕРБАК, студентка магістратури
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Високий рівень потреби в транспортних засобах в аграрній сфері обумовлений значними обсягами й широкою номенклатурою сільськогосподарської продукції, високим рівнем її товарності, необхідністю перевезення значної кількості ресурсів промислового виробництва для здійснення відтворювального процесу в сільському господарстві та виконання аграрними підприємствами будівельно-монтажних робіт. Даний показник визначається як відношення обсягу транспортних робіт у тоннах перевезеного вантажу й окремо в тоннокілометрах до площі ріллі.

В аграрних підприємствах обсяг вантажів у тоннах визначають за технологічними картами вирощування сільськогосподарських культур і виробництва продукції тваринництва з одночасним урахуванням перевезень різних матеріалів (наприклад, будівельних, мінеральних добрив, нафтопродуктів, палива тощо), а також обсягу робіт з обслуговування соціальної сфери. Обсяг транспортних робіт (вантажоперевезень) у тоннах визначають шляхом уточнення визначеного обсягу вантажів з урахуванням коефіцієнта повторності їх перевезень. Коефіцієнти повторності розраховують за кожним видом вантажів як відношення загального обсягу перевезень певного виду продукції (виду вантажу) до обсягу її виробництва. Наприклад, якби зерно від комбайна транспортували прямо на елеватор, то коефіцієнт повторності становив би одиницю. Але оскільки зерно транспортується спочатку на тік, а потім після доробки — на елеватор, в комору, а з комори — в кормоцех, на поле (насіння), на ринок тощо, то коефіцієнт повторності значно зростає. За результатами практичних досліджень встановлено, що зазначений коефіцієнт щодо зерна становить 2 - 2,4, картоплі — 1,6 - 1,8, овочів, фруктів — 1,5 - 1,6,

кормових коренеплодів — 1,7 - 2,0, сіна з сіяних трав — 1,5 - 1,7, зеленої маси — 1,1 - 1,2, мінеральних добрив — 1,8 та будівельних матеріалів — 1.

Обсяг вантажоперевезень у тоннах і вантажообіг у тоннокілометрах щодо підприємства залежить від площі землекористування, рівня врожайності культур, продуктивності тварин, його віддаленості від переробних і заготівельних організацій, залізничної станції, а також від обсягу здійснюваних господарським способом будівельно-монтажних робіт. Чим більший обсяг транспортних робіт підприємства, тим більше йому потрібно мати транспортних засобів для перевезення вантажів. Водночас на потребу в цих засобах істотно впливає і такий фактор, як клас вантажів.

Транспортні роботи в аграрних підприємствах виконуються такими видами транспорту: автомобільним, тракторним, гужовим і в незначних обсягах — трубопровідним (водопроводи, молокопроводи).

Співвідношення між окремими видами транспорту і розподіл обсягу перевезень за видами транспортних засобів устанавлюються у кожному підприємстві з урахуванням таких факторів, як клас вантажу, дорожні умови, відстань перевезень, терміновість, погодні умови, спосіб виконання вантажно-навантажувальних робіт, технологія виробництва сільськогосподарської продукції. За інших однакових умов критерієм вибору транспортного засобу є мінімізація витрат у розрахунку на тонну перевезеного вантажу.

Витрати на транспортні роботи включаються в собівартість аграрної продукції, чим здорожчують її виробництво. Знизити ці витрати можна лише завдяки більш ефективному використанню транспортних засобів, насамперед вантажних автомобілів. Для оцінки й аналізу рівня їх використання застосовують ряд техніко-економічних показників, які відбивають специфіку транспортного процесу, продуктивність, умови й режим роботи транспортних засобів.

Для визначення окремих техніко-економічних показників роботи автотранспорту використовують такі поняття, як автомобіле-дні перебування в господарстві, автомобіле-дні в роботі, середньооблікова кількість автомобілів і їх вантажність. Автомобіле-дні перебування в господарстві розраховують підсумовуванням усіх календарних днів перебування кожного вантажного автомобіля в підприємстві протягом року, а автомобіле-дні в роботі — днів їх роботи. Середньооблікова кількість автомобілів визначається як відношення автомобіле-днів перебування у господарстві до кількості днів у календарному році, а вантажність середньооблікового автомобіля — автомобіле-тонно-днів до автомобіле-днів перебування в господарстві.

Для поліпшення використання транспорту в аграрних підприємствах насамперед важливо досягти раціональної технологічної структури перевезень: автомобілями — 50 - 65 %, транспортними поїздами — 30 - 35, тракторним транспортом — до 10 %

Для підвищення ефективності використання автопарку аграрних підприємств потрібно встановити раціональну його структуру і достатньо забезпечити причепами. Важливим також є необхідність поліпшення стану

доріг, підвищення кваліфікації водіїв, покращення технічного обслуговування автомобілів, перехід на прогресивні форми організації праці та її матеріальне стимулювання.

УДК 631.365

НОВІТНІ МЕТОДИ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНА

Ю. А. ПОЛЄВОДА к.т.н., доцент

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця
vinyura36@gmail.com

Вступ. Однією із проблем є зберігання сільськогосподарської продукції серед зернових, оскільки частина врожаю втрачає свої посівні якості під час тривалого зберігання на елеваторах і хлібоприймальних пунктах. Звідси випливає і друга проблема, зниження урожайності зернових на території України, тому важливим є визначення причин таких результатів [1, 2].

Основною даної технологією є протруювання насіння. Досить перспективним в цьому плані є застосування озонованого повітря, так як воно більш екологічне. Цей метод являється санітарним засобом обробки зерна, перш за все ставить за мету запобігти або зруйнувати мікрофлору й токсини. Озоноване повітря є одним із самих сильних окислювачів, здатних окислювати високомолекулярні токсичні та ароматичні сполуки. Крім цього треба врахувати, що життєдіяльність всіх пліснявих грибів і мікроорганізмів залежить від води.

Виклад основного матеріалу. Вибір озону – не випадковий. У нього багато переваг: простий, доступний і дешевий спосіб отримання електросинтезом з кисню (витрати електроенергії на 1 кг озону 20 кВт/год), можливість отримання різних концентрацій (від ГДК до 7 об'ємних), високий окислювальний потенціал (поступається тільки фтору і нестабільним радикалам), безвідходне виробництво (швидко розпадається, перетворюючись на кисень), екологічна сумісність з довкіллям (є присутнім в атмосфері, підтверджує чистоту повітря).

Для здійснення технологічної операції післязбиральної обробки зерна запропоновано вібраційну сушарку, яка інтенсифікує процес сушіння зерна, забезпечуючи збільшення площі насінневого матеріалу, яка безпосередньо контактує з озоно-повітряною сумішшю. Використання вібраційних технологій під час сушіння збільшує продуктивність машини, підвищує технологічність процесу [3, 4].

Впровадження технології обробки насіння озонованим повітрям виключає застосування ядохімікатів, необхідних для знезараження поверхні насіння, покращує екологію праці робітників та навколишнього середовища,

збільшує період безпечного зберігання.

Зараженість насіння хворобами – це наявність на поверхні чи в середині, чи у міжнасіннєвому просторі життєздатних патогенів, які спричинили або здатні за сприятливих умов спричинити хворобу насіння, проростків і рослин, які вегетують з характерними симптомами. Визначаючи зараженість насіння хворобами встановлюють наявність або відсутність грибів і бактеріальних хвороб, їх збудників, видовий склад і ступінь зараженості. Основним показником зараженості насіння хворобами є відношення кількості зараженого насіння до облікового виражене у відсотках [3].

Для проведення експериментальних досліджень була задіяна вібраційна установка (рис.1), яка дає змогу отримати особливий стан оброблюваного матеріалу – киплячий шар. Обертовий рух від двигуна передається вібропривода, при обертанні незрівноважених мас якого генерується обертова сила. Під її дією контейнер приводиться в коливальний рух у вертикальній площині, з прискоренням більшим від прискорення вільного падіння. Сипкий матеріал приводиться в циркуляційний рух, а також інтенсивно обдувається повітрям збагаченим озоном, що надходить через решітчасте дно-дифузор, від вентилятора, створюючи рівні теплофізичні та аеродинамічні умови по всьому об'єму [2].

З метою проведення досліджень знезаражуючої дії озону вібраційну сушильну установку було оснащено перфорованим кожухом, для кріплення якого було виготовлено металевий каркас з'єднаний безпосередньою зі станиною. Нижня частина гермокожуха зазнає вібрації від контейнера, але завдяки його еластичності як у вертикальній, так і в горизонтальній площині верхній його отвір по периметру з'єднано з нерухомою металевою панеллю. Це дозволило розмістити на панелі елементи системи подачі озонованого повітря, вимірювання та автоматичного регулювання.

Генерація потоку озону відбувається в реакторі синтезу озону бар'єрного типу. Це скляний циліндр, на поверхні якого симетрично розміщені високоевольтні електроди у вигляді концентричних смуг. В середині циліндра по всьому периметру розміщено пасивний електрод, виготовлений з тонкого металу. Поверхня цього електроду має шпичасті виступи, які сприяють концентрації електричного поля та виникненню розрядів, з інтенсивним виділенням озону [1, 2].

Для надання електричної та механічної міцності скляна труба з системою електродів розміщена в циліндричному фторопластовому кожусі, у входному отворі якого встановлений вентилятор. Вихідний отвір камери за допомогою спеціального з'єднання сполучається з системою подачі електроактивованого повітря, що дає змогу скерувати потік озонованого повітря в потрібному напрямку.

Вимірювання параметрів вібрацій забезпечує акселерометр, який використовується в автономному режимі, як окремий зонд, виконаний в герметичному корпусі, і здійснює, по командах службового буферного мікроконтролера, отримання даних про переміщення точки свого знаходження

в трьох просторових координатах, а також передачу даних в запам'ятовуючий пристрій. По завершенню циклу досліджень здійснюється зчитування інформації з запам'ятовуючого пристрою і передача через кабельний інтерфейс USB 2.0 на персональний комп'ютер для представлення в табличному або графічному вигляді.



Рис. 1 – Технічне забезпечення досліджень знезаражуючої дії озону.

1 – вібраційна установка; 2 – перфорований гермокожух; 3 – металевий каркас з панеллю; 4 – система подачі озонованого повітря; 5 – генератор озону з реактором бар'єрного типу; 6 – блок керування; 7 – пристрої вимірювання та автоматичного регулювання параметрів процесу

Висновки. До передпосівної обробки озонowo-повітряною сумішшю допускається кондиційне насіння. При правильному застосуванні всіх технологічних прийомів і вимог передпосівна обробка насіння озонowo-повітряною сумішшю забезпечує приріст урожаю не менше ніж 10-15%.

Обробка насіння озоном знижує показник бактеріальної зараженості на 52%, а грибною зараженості на 67%. Збагачення озоном повітря під час активного вентилявання в поєднанні з вібраційним обезводненням при двоетапній організації сушильного процесу підвищує показники використання обладнання. Завдяки інтенсивному вібраційному змішуванню ефективність знезаражуючої дії озону значно підвищується із-за постійного обміну поверхні контакту зовнішніх оболонок насіння з озонованим середовищем. Це дозволяє скоротити час обробки і понизити концентрацію озону, що, в свою чергу, спрощує вимоги до технічної організації процесу та сприяє розповсюдженню даної методики на обробку посівних партій насіння.

Список використаних джерел

1. Цуркан О.В., Герасимов О.О., Янович В.П., Савчук Б.В. Результати теоретичних та експериментальних досліджень динаміки руху вібраційної сушарки. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2009. № 4(5). С.149–156.

2. Цуркан О.В., Полєвода Ю.А., Присяжнюк Д.В. Розробка та дослідження високопродуктивного електронного пристрою для синтезу озону у вібраційній сушарці. *Віб्राції в техніці та технологіях*. 2021. № 3 (102). С. 15–23.

3. Kotov. B., Spirin A., Tverdokhlib I., Polyevoda Y. Theoretical researches on cooling process regularity of the grain material in the layer. *INMATEH – Agricultural Engineering*. 2018. Vol. 54, No. 1, p. 87–94.

4. Паламарчук І.П., Янович В.П., Полєвода Ю.А., Брянський В.В. Аналіз математичної моделі вібровідцентрового змішувача для виготовлення сухих молочних сумішей. *Збірник наукових праць вінницького державного аграрного університету*. 2010. № 4. С. 5–12.

УДК 631.317

РОБОЧІ ОРГАНИ ТА ПАРАМЕТРИ ҐРУНТООБРОБНИХ ФРЕЗЕРНИХ МАШИН

І. Г. ГРАБАР, д.т.н., професор
В. В. БУЛАВКО, здобувач освіти

Поліський національний університет, м. Житомир
ivan-grabar@ukr.net

В якості робочих органів ґрунтообробних фрез використовують ножі, які безпосередньо розпушують ґрунт. Якість обробітку ґрунту ґрунтообробними фрезами залежить від конструктивних особливостей робочих органів.

У конструкціях ґрунтообробних фрез дуже велика різноманітність робочих органів: г-подібні ножі (вони вперше були застосовані Ланцем на болотних фрезах), серпоподібні робочі органи (польові гачки) та пружинні зубці (вперше розроблені Мейєнбургом) (рис. 1). Вибір робочих органів залежить від їх призначення та технологічних режимів роботи ґрунтових фрез.

Основною метою ґрунтообробних фрез є розпушування ґрунту, знищення бур'янів, закладення рослинних залишків, а також перемішування добрив.

Робочі органи у вигляді пружинних зубів не тільки розпушують ґрунт, а також частково знищують бур'яни. Кріплення зубів у вигляді пружин пом'якшують ударне навантаження, оберігаючи їх від поломок при зіткненні з перешкодою. Аналогічно пружинним зубам, була спроба поставити пружинне кріплення на просапну фрезу, робочі органи якої близькі за формою до ножа лушпильника (рис. 1, д).

На рис. 2. також представлені робочі органи ґрунтообробних фрез. Як видно з рисунків 1 та 2 робочі органи ґрунтових фрез відрізняються широким різноманіттям, саме тому буде різним буде і кут установки ножів робочих органів, а також кут атаки.

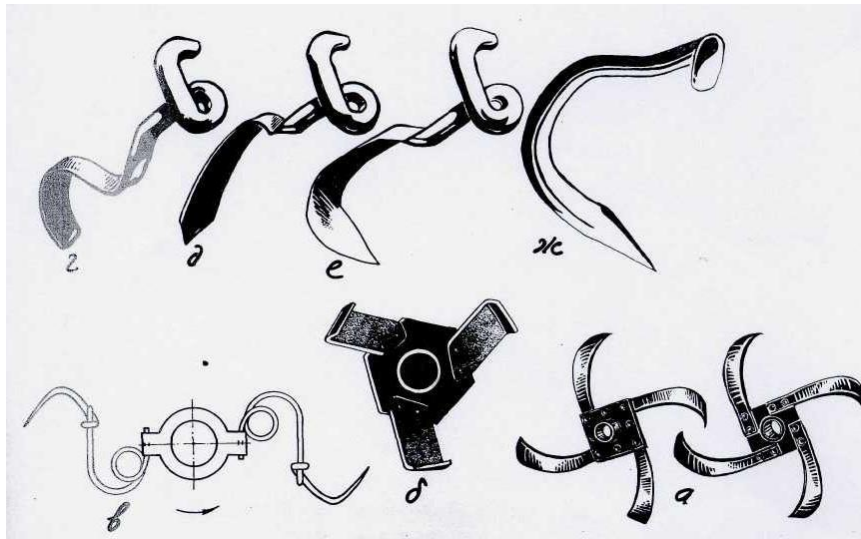


Рис. 1. Робочі органи зарубіжних ґрунтообробних фрез: *а* – японської фірми Ісекі; *б* – П-108 (Німеччина); *в* – DUZ (Німеччина); *з, д, е і ж* – садових фрез США

Таким чином, необхідно додатково вивчити, як впливає різний кут установки ножів щодо радіусу фрез барабана на енергоємність фрезерування та на ступінь кришення.

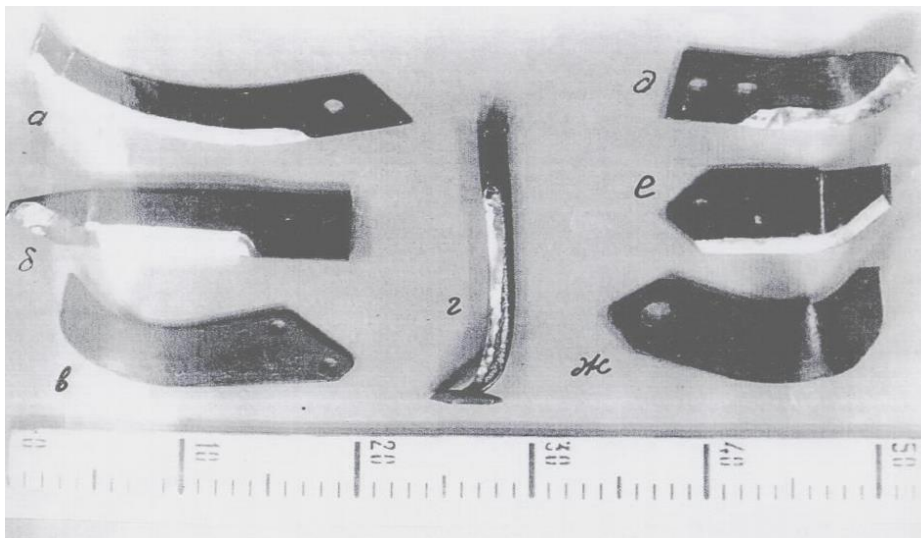


Рис. 2. Робочі органи просапних фрезерних культиваторів: *а* – ФБН-2,8 та ФБСШ-2,8; *б* – КРН-1,4; *в* – ФКШ-2,7 (2,8); *г* – УРІБ-4; *д* – КФ-2,7; *е* – "Петер Стенден"; *ж* – ФПН-2,8 та ФПУ-4,2

Ніж ґрунтообробної фрези, показаний рис. 3, має ріжучу кромку, стійку і відігнуту під кутом до неї частину. На відігнутій частині ножа з боку її ріжучої кромки виконаний клин, зовнішня грань якого пов'язана з торцевою гранню відігнутої частини, а його кромка – з ріжучою кромкою ножа. Використовується цей ніж для обробки задернілих ділянок поля, у яких на поверхні є рослинність.

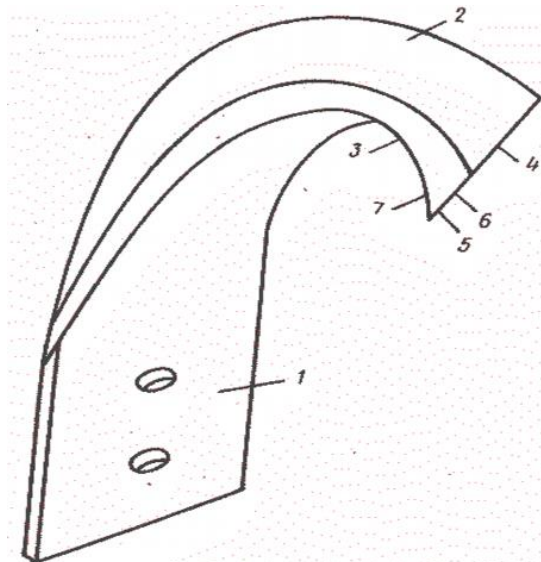


Рис. 3. Ніж ґрунтообробної фрези31

Показаний на рис. 4 ніж ґрунтообробної фрези підвищує якість розпушування та знижує витрати на обробіток ґрунту. Ніж виконаний у вигляді вигнутої під гострим кутом пластини з ріжучими кромками 3 і 4. Стійка 1 ножа виконана плоскою, а крило 2 – вигнутим по поверхні еліптичного конуса, нахил якого до осі збільшується до носа крила 2. Ріжучі кромки ножа 3 і 4 у поперечній осі перерізу конуса. По ширині крило 2 до носка зменшується.

Ніж зроблений у формі, що забезпечує його входження у ґрунт із мінімальним опором та утворенням по ширині захвату рівного дна борозни.

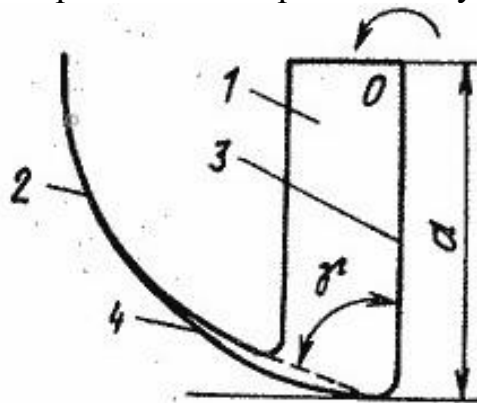


Рис. 4. Ніж запропонованої конструкції:
1 – стійка; 2 – крило; 3, 4 – ріжуча кромка

На рис. 5 представлений ніж ґрунтообробної фрези, що сприяє зниженню енергоємності обробки перезволожених ґрунтів. Ніж 1 фрези має плоску стійку 4 і відігнуте під тупим кутом крило 5. Крило 5 вигнуте по конічній поверхні, одна з утворюючих і вершина якою розташовані в площині обертання стійки 4 ножа 1.

Напрямок іншої утворюючої конічної поверхні збігається з обрізом бічної кромки 7 крила 5. Таким чином, за винятком контакту тильної сторони ножа з ґрунтом можна забезпечити заданий кут різання.

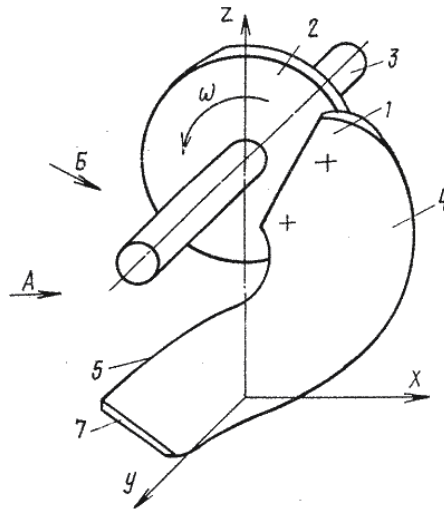


Рис. 5. Грунтообробна фреза для зниження енергоємності обробки перезволожених ґрунтів

За проведених раніше досліджень встановлено, що зі збільшенням ширини захвату ножів питома енергоємність фрезерування знижується. Таким чином, треба прагнути до розробки ножів з великим захватом. Пояснити це можна тим, що реакція опору стійки у ножів з великим захватом та ножів з малим захватом однакова, але вона розподіляється на велику площу. Однак захисна зона та розмір міжрядь у просапних фрезах обмежується конструктивними можливостями збільшення ширини захвату ножів.

Визначення товщини ножа та ширини полотна проводиться шляхом розрахунку на міцність. Методичні засади таких розрахунків наведено у роботах академіка П.М. Василенка.

Для покращення розпушування ґрунту нами запропоновано ніж фрези із зубцеподібним профілем, що дозволяє підвищити якість обробітку ґрунту (рис. 6).



Рис. 6. Ніж грунтообробної фрези зубцеподібної форми

УДК 614.8:631.3

FEATURES OF OCCUPATIONAL HYGIENE DURING MECHANIZED WORKS IN PLANT PRODUCTION

Ye. I. MARCHYSHYNA, docent, Ph.D.

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

E-mail: marchyshyev@gmail.com

Working conditions in crop production depend on the level of mechanization of plant growing processes; technical condition of machines; technologies of cultivation of cultures, and also the organization of work. The basis of mechanization of crop production is mobile tractor equipment. On all tractors, the cab is traditionally located behind the engine above the gearbox and rear axle. This leads to unsatisfactory front view, which is very important for accurate driving of the unit during agricultural work and worsens the conditions for monitoring the technological process that takes place behind the workplace. In addition, the engine and transmission, bordering the workplace, are powerful sources of heat, noise and vibration, which worsen the working conditions of the operator.

The cab protects the operator from the direct effects of climatic conditions and creates microclimatic conditions, the parameters of which depend on the tightness of the cab, its insulation, the presence of heating and air conditioning. Modern tractors can be used almost all year round at temperatures from 40 ° C to -30 ° C. Of course, the cabin can be a powerful source of heat and cold. The main sources of heat in the cabins are: radiation (70-80%), engines (8-15%), mechanics (10-15%), transmission and other components (3-8%). In the warm period of the year in cabins in which there is no thermal protection, air temperature can reach 50 ° C and more. Artificial ventilation can reduce the air temperature by only 1-2 ° C and under appropriate conditions can increase the dustiness of the breathing zone of the operator. During the summer field work, the air temperature in cabins equipped to normalize the microclimate only with ventilation without the use of thermal protection may exceed the external by 8-19 ° C, and the surface temperature can reach 40-53 ° C. Most of the working time, mechanics are forced to open windows and doors to reduce the air temperature in the cabin, which increases the dustiness of the air. Cabins without thermal insulation were installed on tractors MTZ-50/52, T-74 and others, which were previously produced. They are still used in agricultural production.

The surfaces of the cabins are painted in light tones, painted and insulated with microporous substances, mastic, cardboard, which reduces the influx of heat from solar radiation. To protect against the heat emitted by the engine and transmission, the cabs are covered with a corrugated rubber mat with a substrate of low heat-conducting material. The cabins are equipped with air conditioners, and instead of ordinary glass, tinted glass is used, which traps part of the thermal spectrum of solar radiation.

The most perfect for thermal protection of the workplace is a set of technical means of the T-150 tractor. Its cabin is insulated and sealed. Powerful evaporating air conditioner can supply up to 600 m³ per hour of purified and cooled air to the cabin. This allows you to create an extra pressure in the cabin, exceeding 19.6 - 29.4 PA external, which eliminates the possibility of dust entering the cabin. Microclimatic conditions are maintained at the level of hygienic requirements (temperature 27-29 ° C; humidity 44-62%, air velocity 1-2 m / s). Heaters, which are currently used on tractors, allow to maintain the air temperature in the cabins at 14-20 ° C at ambient temperatures down to -20 ° C. The most important factor determining the presence of dust in the working area of the machine is soil moisture and structure, the location of the workplace relative to the dust-forming organs, the direction and speed of wind relative to the movement of the unit and the speed of the unit. All mechanized agricultural work on the presence of dust in the work area can be divided into three groups. The first group of works, in the performance of which the most dust formation, includes combine harvesting of sugar beets, potatoes, pea harvesting and operation of grain harvesters with a shredder, pre-sowing cultivation and winter sowing. The second group of works with the presence of dust up to several tens and hundreds of milligrams per cubic meter is the sowing of industrial crops, inter-row tillage, harvesting grain without a shredder, autumn plowing. The third group of works with the presence of dust in the tens of milligrams per cubic meter includes transport work, spring plowing, moisture retention, spring sowing of cereals, fertilizers and other works.

Powerful tractors generate noise that may exceed the permissible level. Wheeled tractors are now widely used in transport work. Thus, noise protection is needed not only by machine operators, but also by residents of settlements where tractors are used. The source of external noise of the tractor is mainly the noise of the engine exhaust, to reduce which mufflers are used. The level of external noise on domestic wheeled tractors practically does not exceed the allowable (85 dBA) 84 - 87 dBA. The magnitude of vibration at frequencies close to the resonant frequency of the human body exceeds the allowable level. The largest excesses are observed on tracked tractors. At increase of loading on a tractor at aggregation of hinged and hinged cars the level of vibration raises owing to shift of the center of fluctuations of the unit. This leads to deteriorating working conditions. Machine operator is exposed to many chemical compounds of varying degrees of toxicity. The main ones are exhaust gases, pesticides, mineral fertilizers and others. Cabins reliably protect mechanics from the action of chemicals, except in the southern regions, where at high temperatures their concentration in the respiratory zone may exceed the permissible values. In addition, due to the same extreme conditions, mechanized workers in the southern regions work with pesticides on tractors without cabins or in cabins with open windows and doors. In accordance with the requirements of the standard on tractors are installed at least 2 headlights, which provide illumination of the road in the dark at the level of hygienic requirements.

REFERENCES

1. Войналович О. В., Марчишина Є. І., Білько Т. О. Охорона праці у сільському господарстві: підручник. К.: Центр учбової літератури, 2017. 691 с.
2. Войналович О. В., Марчишина Є. І., Кофто Д. Г. Безпека виробничих процесів у сільськогосподарському виробництві : навч. посіб. К.: НУБіП України, 2015. 418 с.

ENSURING PROTECTION AND SAFETY REQUIREMENTS DURING THE 2022 SPRING SOWING CAMPAIGN

Ye. I. MARCHYSHYNA, docent, Ph.D.

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

E-mail: marchyshyev@gmail.com

As practice shows, spring is one of the most traumatic seasons during the production processes in the agro-industrial complex of Ukraine. Creating healthy and safe working conditions for employees is painstaking daily work throughout the technological process. The presence of cases of occupational injuries in the field of agriculture indicates a lack of attention paid by managers and specialists of agricultural enterprises to occupational safety.

When preparing agricultural enterprises for spring field work, attention should be paid to the organization of work on labor protection and the creation of safe working conditions for workers at each workplace.

In previous years, shortcomings in the organization of safe work during the spring sowing campaign have led to accidents at work. Accidents occurred, which led to serious consequences: the operator's hand was caught by an unfenced output shaft of the potato planter's landing gear, as a result of which he received an open fracture of the forearm; seizure of the victim's overalls by the rotating propeller shaft of the sprayer due to the lack of a protective fence, as a result of which he received a fatal injury; the tractor driver was injured by a fragment of the part while removing the drum of the drum of the upper crushing drum of the spreader of solid organic fertilizers with a hammer; injury to the operator due to an explosion when heating the wheel mounting nut with a gas burner, etc.

During the preparation for spring field work, officials of enterprises should pay special attention to the technical condition of agricultural machinery that are allowed to operate and are a source of increased danger. In order to prevent occupational injuries, specialists of enterprises need to:

- to develop organizational and technical measures to ensure labor protection for the period of preparation and conduct of spring field work;
- to conduct unscheduled training on labor protection with employees;
- during the preparation of agricultural machinery for sowing, compliance with the requirements of the "Rules of labor protection in agricultural production",

approved by the State Labor of Ukraine in 2018;

- organize storage of vehicles in specially designated places;
- do not allow to operate tractors, agricultural machines and units that do not meet safety requirements, as well as those that have not passed technical inspection;
- tillage, sowing, planting, as well as work on the application of organic and mineral fertilizers to carry out in accordance with the requirements set out in NPAOP 01.0-1.02-18, approved by the State Labor of Ukraine in 2018 № 1240;
- to admit to work on machines, mechanisms and equipment employees who have the appropriate qualifications, have passed the prescribed medical examination, training, internships, instruction and testing of knowledge on occupational safety;
- provide employees with personal protective equipment in accordance with established industry standards;
- work with the use of agrochemicals should be carried out under the guidance of a plant protection specialist in compliance with the requirements of current legislation;
- provide first aid kits for work with pesticides and mineral fertilizers;
- organize pre-shift (before the start of work) medical examinations and examinations of employees regarding their being in a state of alcohol, drugs or toxic intoxication;
- movement of agricultural machines and units to the place of work must be carried out in accordance with the developed routes. Transportation of workers to the place of work and back to perform only on specially equipped cars;
- for workers working in the field it is necessary to equip places for short-term rest and meals;
- not to allow to work (remove) on the relevant day (shift) employees who are in a state of alcohol, drugs or toxic intoxication, those who have not been instructed, tested for knowledge of labor protection and do not use personal protective equipment issued to them, ensuring occupational safety;
- to stop work in cases of endangering the life and health of employees;
- work in the protection zones of overhead power lines to be carried out in strict accordance with the established electrical safety requirements;
- to ensure periodic monitoring of compliance with the state of labor protection in accordance with the "General requirements for the provision of labor protection by employers", 2012

REFERENCES

1. Войналович О. В., Марчишина Є. І., Білько Т.О. Охорона праці у сільському господарстві. - К: Центр навчальної літератури, - 2017. - 691 с.
2. Войналович О. В., Марчишина Є. І., Кофто Д. Г. Безпека виробничих процесів у сільськогосподарському виробництві. - К: Видавничий центр НУБіП України. - 2015. - 418 с.
3. Marchyshyna Ye. I. Risks of injury and safe working methods of agricultural machinery operators // Програма V міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання». : Київ, НУБіП України, 22-23 лютого 2018 р.- с.19.

УДК 631.356.4

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНИХ МАШИН

Р. С. ГРУДОВИЙ, к.т.н.

Н. О. АНТОНЮК, здобувач освіти

Поліський національний університет, м. Житомир

E-mail: roma-grudovij@ukr.net

Дослідження в галузі механізації процесів збирання картоплі присвячені праці Боричова С.Н., Бишова Н.В., Верещагіна Н. І., Голікова А.А., Колчина НН, Камалетдінова Р.Р., Ізмайлова А.Ю., Петрова Г. Д., Сорокіна АА, Угланова М.Б., Glaser М. та інших вітчизняних та зарубіжних вчених. Проте проблема більш ефективного та якісного збирання картопляного врожаю все ще залишається актуальною.

На сьогоднішній день, враховуючи засоби вітчизняного виробництва, лідируючі позиції займають картоплекопачі, що мають ряд переваг по відношенню до копателів-навантажувачів, зокрема:

- їх застосовують на оброблюваних територіях довжиною гону, що не перевищує 200 м;
- для їх використання якості та стан ґрунту не відіграє важливої ролі;
- відносно невисока вартість.

Для вибору об'єкта дослідження та модернізації серед копачів необхідно орієнтуватися на конструктивно-технологічну схему, що широко застосовується на території України.

Однорядні картоплекопачі швириального типу знайшли широке поширення у дрібних чи приватних сільськогосподарських виробників, так як вони прості та недорогі.

Проте картоплекопачі швириального типу мають ряд недоліків:

- високі трудовитрати (на 20...30% вище, ніж у картоплекопачів просівального типу);
- значні пошкодження бульб (особливо на вологих ґрунтах);
- великі втрати бульб (40...50%).

Тому об'єктом дослідження та модернізації прийнято картоплекопачі просівального типу. Вони досить поширені у сільському господарстві.

Для картоплекопачів типу ККЕ-2 і ККЕ-2М (рис. 1, а, б), КСТ-1,4 (рис. 2) характерні такі технологічні процеси:

- підкоп пласта;
- сепарація;
- розвантаження картоплі на полі.

Під час руху копача по полю леміш підкопує ґрунтовий пласт. Вертикальні бічні диски (для моделі ККЕ-2М) (рис. 1), а на КСТ-1,4 бічні вертикальні ножі (рис. 2) відрізають ґрунтовий пласт із боків.

Швидкість копача приблизно в 1,2 рази менша за швидкість сепаруючого елеватора, на який подається пласт з бульбами. Після цього ворох, що надходить частково розділяється і надалі подрібнюється. Щоб інтенсифікувати процес видалення домішок з поверхні цільового продукту, було запропоновано розмістити під робочою гілкою сепаруючого елеватора струшувачі. На основному та додатковому сепаруючих елеваторах, а також на каскадному сепаруючому елеваторі (рис. 2) продовжується процес сепарації ґрунтових грудок після відділення основної маси ґрунтових домішок (рис. 1, 2). Далі бульби скидаються на полі та збираються вручну за допомогою допоміжних робітників.

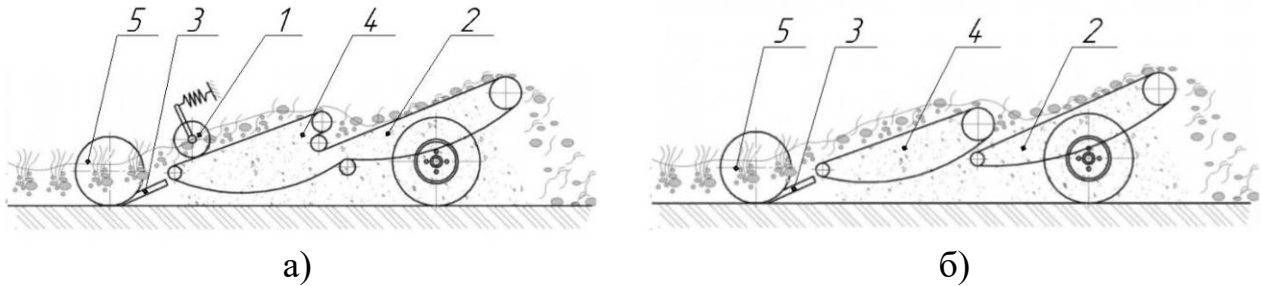


Рис. 1. Технологічні схеми картоплекопачів: 1 – гнчкопритисний валик; 2 – додатковий сепаруючий елеватор; 3 – леміш; 4 – основний сепаруючий елеватор; 5 – пасивні вертикальні диски; а) картоплекопач ККЕ-2; б) картоплекопач ККЕ-2М

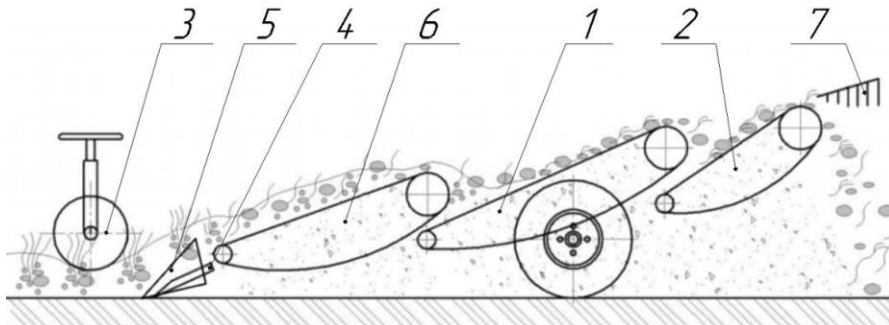


Рис. 2. Технологічна схема картоплекопача КСТ-1,4. 1 – додатковий сепаруючий елеватор; 2 – каскадний сепаруючий елеватор; 3 – копіювальний каток; 4 – леміш; 5 – ніж; 6 – основний сепаруючий елеватор; 7 – звужувальна гребінка.

Нами був розглянутий напівнавісний, дворядний картоплекопач КСТ-1,4. Він призначений для викопування картоплі, часткового відділення бульб від ґрунту та укладання їх на поверхні поля для подальшого підбирання.

Використання даного типу картоплекопача не обмежується властивостями та будовою ґрунту. Так, їх застосовують як на суглинкових ґрунтах, так і на торфовищах.

Картоплекопач КСТ-1,4 містить звужувальну гребінку для зменшення сходу потоку картопляних бульб на полі.

До складу елеваторного полотна входять прутки, закріплені в ланцюгові ланки. Для швидкісного елеватора характерні 3 ланцюги, у той час як для каскадного або основного – 2. Щоб запобігти скочування картоплі, відбувається

з'єднання та згинання суміжних прутків та планок у різні боки. Для збереження плодів цілісності у каскадних елеваторах передбачаються спеціальні гумові покриття прутків.

При зміні елеватора шаром відбувається його падіння і додаткове подрібнення, внаслідок чого дрібні частинки розсіюються, а інші частини (клубні, громіздкі коми ґрунту, бадилля) прямують у валок – наступну операцію після каскадного елеватора. Щоб відрегулювати ширину валка, необхідно повернути щиток.

Недоліками картоплекопачів КСТ-1,4, ККЕ-2, ККЕ-2М є те, що при збиранні бульби розкочуються по підкопаних рядках, що ускладнює їх підбір. Для виключення роздавлювання картоплі колесами трактора, картопля збирають через два рядки.

У період збирання врожаю, ґрунтова кірка на бульбонесучому гребені, потрапляє разом із бульбоносним пластом на елеватор. Як правило, тут аграрії стикаються із проблемою видалення гребінної кірки, оскільки не всім пристроям це доступно. У зв'язку з цим на полях часто можна спостерігати утворення завантажування грудок ґрунту та картоплі, що надходять із каскадного елеватора.

УДК 631.2

MODERN TECHNICAL STRATEGIES AND APPLIED SOLUTIONS FOR AGRICULTURAL WEEDING ROBOTS

Svitlana PRIKHODKO

Separate structural subdivision "Nizhyn Vocational College of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine"

According to estimates from the Food and Agriculture Organization of the United Nations invasive pests cost countries at least \$70 billion annually and are accountable for as much as 40% of global crop yields loss each year. While there are many kinds of pests, weeds are perhaps the most diverse and devastating. Herbicides, chemicals which kill weeds, account for \$25 billion of the global market for pesticides which totals to \$100 billion.

There are a number of projects and companies seeking to apply robotics, computer vision and artificial intelligence (or machine learning) to the task of weed control. Some of them are opting to take herbicides completely out of the usage. Others, aim to dramatically reduce their use. We can distinguish three main technical strategies that are being pursued and those are: pure robotics, autonomous sprayers and tractor pulled spray units.

Pure robotics attempt at solely mechanical weed control and has the benefit of requiring no herbicides, and the clean environmental implications that come with that

and is very important for organic agriculture production. Weeding without herbicides would be ideal solution, but the technical challenges of practical realization are quite difficult. And currently available commercialized solutions usually have low productivity and some other limitations.

Tertill robot, a garden weeder developed by the inventor of the Roomba (USA). Naïo Technologies (France) created three robots: Oz, Ted and Dino. Each model focuses on a different application. Oz weeds and hoes a plot of land using specialized tools without the need for constant supervision. Ted is a multifunctional weeding robot designed for vineyards. Dino is specially designed for large-scale vegetable farms. This electric weeding robot works on crops like leafy greens. In this section we should mention one more robot called LaserWeeder from Carbon Robotics (USA). It leverages robotics, artificial intelligence (AI), and laser technology to safely and effectively drive through crop fields to identify, target and eliminate weeds. Unlike other weeding technologies, LaserWeeder utilize high-power lasers to eradicate weeds through thermal energy, without disturbing the soil.

Another weeds control strategy focuses on using robotics, sensors and machine learning to do precision spraying, targeting unwanted plants rather than entire fields. Precision spraying allows the robot to move over the field more quickly than mechanical control and doesn't require a bullseye every time in order to kill the weed. They may not eliminate herbicides but every company is claiming reductions in use of up to 90 percent. Herbicides would go from making up the majority of pesticide use to one among many and a smaller footprint for pesticides overall. The one solution is to build dedicated, autonomous sprayers, leveraging what's possible with robotics, GPS and AI. These are units that drive themselves through the field, hunting weeds.

AVO is solar powered robot from Ecorobotix (Switzerland) can run for 12 daylight hours and into the night with the help of two rechargeable batteries. It ignores the crops, targeting the weed with a mini dose of herbicide, allowing farmers to use 90 percent less. Australian-based SwarmFarms is building modular system of small self-driving frame to which components can be added or subtracted. A precision sprayer is just one function that it can be assembled for.

While tractor pulled spray units don't leverage autonomous self-driving technology, tractor units appear to have the most sophisticated precision technology and have the virtue of leveraging a piece of capital investment most farms already own – a big expensive tractor that moves quickly through a field. And they can certainly be used with self-driving tractors.

Blue River's (USA) See & Spray system is a field sprayer, with the option to spray other products like fungicides or fertilizer. The system allows farmers to customize their strategy, tailoring how wide or narrow an area to spray or how aggressively they go after anything that looks like a weed. One key aspect of the technology is that it stores a record of the weeds it encounters and can give farmers data on weed density and variety, allowing them to fine tune their weed control regime. WeedIt Australian based agriculture robotics company which produces optical spot spraying solutions.

Weed control ranks among the top challenges for farmers and the biggest pest control issue and weed-killing robots play an important role in solving this problem.

УДК 631.354

ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЦЕСУ ЗБИРАННЯ ПОБІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ КУКУРУДЗИ ТА СОНЯШНИКУ

А. Я. КУЗЬМИЧ, кандидат технічних наук

Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва

Національної академії аграрних наук України

E-mail: akuzmich75@gmail.com

Світова тенденція декарбонізації спонукає до пошуку альтернативних джерел енергії. Одним із таких напрямків може бути використання на енергетичні цілі рослинних решток, зокрема побічної продукції врожаю кукурудзи і соняшнику [1]. Вагомим аргументом на користь використання цих культур на енергетичні цілі є значні посівні площі вирощування кукурудзи і соняшнику в Україні. Згідно даних Держкомстату в 2021 р. площі вирощування в Україні кукурудзи на зерно та соняшнику становили 5,47 млн. га. та 6,51 млн. га. Однак потенціал такого важливого і доступного виду біомаси як незернова частина урожаю кукурудзи та соняшнику використовуються в незначних обсягах. Аналіз технологій та технічних засобів, які використовуються або можуть бути використані для збирання незернової частини урожаю кукурудзи і соняшнику, показує, що вони мають суттєві обмеження при їх використанні на збирані побічної продукції цих культур на енергетичні цілі.

В останні роки, у зв'язку з різким подорожчанням енергоресурсів, значно зросла зацікавленість агровиробників до збирання незернової частини урожаю кукурудзи на енергетичні цілі, зокрема для сушіння зерна. При дотриманні вимог до відчуження частини (до 50%) стебел кукурудзи забезпечується значна економія енергії порівняно з варіантом заорювання всієї маси незернової частини [2].

Соняшник є більш складною культурою у збиранні НЧУ, оскільки частина стебел залишається стояти не скошеною (стерня) висотою до 1,0–1,2 м. Аналіз останніх досліджень дозволяє стверджувати, що на сучасному етапі відсутні науково обґрунтовані технологічні процеси збирання та ефективні технічні засоби, що здатні забезпечувати отримання якісної сировини з НЧУ соняшнику [3].

В ННЦ «ІМЕСГ» був розроблений технологічний процес збирання НЧУ кукурудзи та соняшнику на енергетичні цілі, що передбачає збір подрібненої маси НЧУ в причіпний копнувач зернозбирального комбайна та формування паків НЧУ на краю поля. Реалізуючи розроблену технологію можна збирати

стрижні й обгортки кукурудзи та кошики і третину стебел соняшнику, частки яких від загальної маси рослин становлять 10,0–13,5% та 23,5–31,8%, відповідно.

Для розрахунку показників ефективності технологічного процесу збирання незернової частини урожаю на енергетичні цілі за енергетичним критерієм за допомогою розробленої програми в середовищі MS Access складено технологічні карти за різного рівня врожайності кукурудзи та соняшнику.

В результаті проведеного аналізу технологічних карт були визначені сукупні затрати енергії на збирання НЧУ кукурудзи та соняшнику цілі за розробленим технологічним процесом та встановлені залежності енергетичної ефективності технологій збирання НЧУ кукурудзи та соняшнику від врожайності та вологості НЧУ.

Встановлено, що при врожайності зерна кукурудзи в межах 60–120 ц/га та вологості НЧУ в межах 20–30%, коефіцієнт енергетичної ефективності технологічного процесу збирання подрібненої маси НЧУ кукурудзи в пресованому вигляді, зі збором в причіпний копнувач, вивантаженням на краю поля та подальшим формуванням рулонів знаходиться в межах 7,0–10,5. При врожайності насіння соняшнику в межах 20–40 ц/га та вологості НЧУ в межах 20–30%, коефіцієнт енергетичної ефективності технологічного процесу збирання подрібненої маси НЧУ соняшнику в пресованому вигляді, зі збором в причіпний копнувач, вивантаженням на краю поля та подальшим формуванням рулонів знаходиться в межах 6,0–9,0.

Отже, коефіцієнт енергетичної ефективності розробленого процесу збирання НЧУ кукурудзи на енергетичні цілі, з врахуванням виносу поживних речовин становить 10,5–11,5, соняшнику – 8,7–9,0, при вологості НЧУ в межах 20%.

Список використаних джерел

1. Гелетуха Г.Г., Драгнев С.В., Железна Т.А., Баштовий А. І. Аналіз напрямів використання побічних продуктів виробництва соняшнику для енергетики в Україні. *Теплофізика і теплоенергетика*. 2020. Вип 42(4). С. 83–92.

2. Драгнев С.В., Железна Т.А. Оцінка енергетичного балансу вирощування кукурудзи на зерно з відчуженням її побічної продукції для потреб біоенергетики. *Механізація та електрифікація сільського господарства*. 2021. Вип. 13(112). С. 187–195 DOI:10.37204/0131-2189-2021-13-21.

3. Аспекти процесів збирання незернової частини врожаю кукурудзи та соняшнику як твердого біопалива / В. В. Адамчук та ін. *Механізація та електрифікація сільського господарства*. 2019. Вип. 9(108). С. 10–20. DOI:10.37204/0131-2189-2019-9-1

УДК 631.354.2

АДАПТАЦІЯ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА ЯК ОБ'ЄКТ МОДЕЛЮВАННЯ

С. В. СМОЛІНСЬКИЙ, канд. техн. наук, доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: smolinskyi@nubip.edu.ua

При збиранні зернових культур у всьому світі переважно використовується комбайновий спосіб із застосуванням високопродуктивних та потужних зернозбиральних комбайнів провідних фірм-виробників: JOHN DEERE, NEW HOLLAND, CLAAS, FENDT, MASSEY FERGUESON, CASE, SAMPO та інші.

Не зважаючи на високий технологічний рівень збиральних машин, якість виконання процесу залежить від умов роботи, а саме погодно-кліматичних умов і характеристик культур. Враховуючи мінливість характеристик зернових культур по площі поля і динамічність функціонування збиральних агрегатів виникає потреба у забезпеченні за цих умов ефективної роботи машин і отриманні якісного врожаю.

На основі аналізу процесу збирання зернових культур і можливих шляхів ефективної реалізації визначено доцільність адаптації робочого процесу зернозбиральних комбайнів, їх параметрів і режимів роботи до умов функціонування.

Для реалізації адаптації режимів роботи сучасні зернозбиральні комбайни обладнуються системами автоматики, в основу яких покладені різні принципи реалізації процесу.

Основною задачею адаптації зернозбирального комбайна є управління його робочим процесом, а об'єктом адаптації є безпосередньо зернозбиральний комбайн. Множина допустимих управлінь визначатиметься множиною допустимих структур і множиною допустимих параметрів адаптації.

Робота зернозбирального комбайна полягає у знаходженні машини в $K_1, K_2, \dots$ станах, які визначаються критеріями машини $Q_1, Q_2, \dots$ (множина $\langle Q \rangle$) – показників ефективності функціонування.

Зміна стану об'єкта характеризуватиметься зміною факторів – параметрів управління $U_1, U_2, \dots$ (множина $\langle U \rangle$).

Фактори (параметри) управління $\langle U \rangle$ можуть задаватися через множину структурних факторів $\langle J \rangle$ і індивідуальні властивості об'єкта адаптації $\langle Z \rangle$.

В цілому, мета адаптації може бути виражена у вигляді

$$\langle Q \rangle = f(\langle U \rangle) \rightarrow \min/\max.$$

Мету адаптації доцільно приймати на основі обґрунтованої стратегії процесу збирання. У випадку відсутності чіткої стратегії на виконання процесу збирання необхідно прийняти змішану стратегію з відповідними значеннями ймовірності щодо реалізації кожної із відомих стратегій.

Для моделювання адаптації зернозбирального комбайна необхідно:

1) задати або ідентифікувати стан середовища (культури, що збирається, поля в цілому) через множину характеристик $\langle R \rangle$. Для цього необхідно на основі попередньо побудованої цифрової моделі поля із урахуванням напрямку і швидкості руху збирального агрегата спрогнозувати характеристики стану середовища. При проходженні відповідної точки проводиться порівняння і при необхідності коригування для більш точного прогнозування в інших точках поля. При відсутності попереднього прогнозування здійснюється ідентифікація стану середовища датчиками;

2) розробити високоточну модель об'єкта адаптації, тобто зернозбирального комбайна. Найбільш доцільно використовувати систему диференціальних рівнянь, загальний запис якої матиме вигляд

$$d[\langle U \rangle + \langle R \rangle] / dt = -\mu_i [\sigma_i^2 / 2] \{ \delta \langle Q \rangle / \delta [\langle U \rangle + \langle R \rangle] \},$$

де σ_i^2 – дисперсія i -го фактора; μ_i – характеристика (параметр) i -го зворотного зв'язку.

В цій моделі показники ефективності $\langle Q \rangle$ можна представити у вигляді функціонала

$$\langle Q \rangle = f(\langle U \rangle) = \int Q(\langle U \rangle + \langle R \rangle) P(\langle R \rangle, X, Y, t) d[\langle U \rangle + \langle R \rangle],$$

де $P(\langle R \rangle, X, Y, t)$ – відомі статистичні властивості (ймовірності) характеристики середовища $\langle R \rangle$ в певній точці поля з координатами X, Y і в будь-який момент часу t ;

3) розв'язувати задачу оптимізації методами математичного програмування (за умови попереднього аналізу окремих агрегатів комбайна – жатки, молотильного апарата, системи очистки тощо, доцільно використати метод динамічного програмування).

Одним із шляхів подальшого вдосконалення зернозбиральних комбайнів є їх інтелектуалізація, яка потребує застосування «штучного інтелекту» та навчання як різновиду адаптації. При застосуванні навчання для адаптації зернозбиральних комбайнів необхідно математично або алгоритмічно задатися метою навчання (тобто, побудувати модель адаптації), виділити об'єкт із середовища із урахуванням взаємодії або зв'язків зернозбирального комбайна із середовищем, ввести вхідні і вихідні параметри та оператор моделі.

УДК 631.356.4

ТЕХНІЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЗБИРАННЯ КАРТОПЛІ МІНІТЕХНІКОЮ

С. В. СМОЛІНСЬКИЙ, канд. техн. наук, доцент

Р. В. МАЙСТРЕНКО, студент магістратури

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: smolinskyi@nubip.edu.ua

Аналіз статистичних даних свідчить про високий відсоток валового збору картоплі, що припадає на малі та підсобні господарства, яким притаманним є невисокий рівень механізації процесів.

При збиранні картоплі у малих та підсобних господарствах економічно доцільним є застосування машин і знарядь, що агрегуються з мотоблоками та міні- і мото-тракторами.

При видаленні бур'янів та бадилля можуть бути використані мото-косарки, викопуванні бульб і укладанні вкопаних бульб на поверхню поля - мотоблоки і мото-трактори з картоплекопалками, а підбирання викопаних бульб із валка у тару здійснюється переважно вручну.

Для підрізання рядка картоплі, просіювання дрібного ґрунту сепарувальним пристроєм та укладання бульб із ґрунтовими і рослинними домішками на поверхню поля використовуються мотоблоки та мото-трактори з картоплекопалками універсального, вібраційно-грохотного та транспортерного типів.

В універсальних картоплекопалках підкопування пласта здійснюється внаслідок застосування нерухомого ножа із шириною захвату від 20 до 40 см з подальшим просіюванням дрібного ґрунту на прутках, що закріпленні до ножа. На деяких марках картоплекопалок замість прутків може використовуватися полосова поверхня, що сприяє кращій сепарації, особливо на вологому ґрунті. Як правило, універсальні картоплекопалки виготовляють однорядними і забезпечують глибину підкопування 11...32 см з можливістю ступінчастого регулювання за допомогою кріплення стійки.

Вібраційно-грохотні картоплекопалки на базі важких мотоблоків та мото-тракторів обладнуються переважно підкопувальним лемешем (ножем) і грохотною решіткою для просіювання домішок. Зазначені робочі органи здійснюють коливальний рух від пасової передачі. В залежності від ширини захвату 0,4...0,6 м продуктивність таких машин становить 0,15...0,3 га/год.

Транспортерні картоплекопалки на базі мотоблоків і мото-тракторів із шириною захвату до 60 см і глибиною підкопування до 25 см мають продуктивність близько 0,35 га/год. Для підрізання рядка використовується пасивний ніж, а просіювання дрібних ґрунтових домішок та укладання бульб у валок на поверхню поля забезпечується прутковим транспортером.

Але такі картоплекопалки, що агрегуються з мотоблоками і мото-тракторами, найбільш якісно працюють на легких та середніх ґрунтах. Застосування коливних підкопувальних і просіювальних робочих органів сприятиме якісному розпушенню ґрунту. Крім того, такі картоплекопалки можна ефективно використовувати при збиранні цибулі, часнику та овочевих коренеплодів.



Рис. 1. Універсальна картоплекопалка



Рис. 2. Вібраційно-грохотна картоплекопалка



Рис. 3. Транспортерна картоплекопалка до мотоблока і мото-трактора

На основі проведеного аналізу робочого процесу міні-техніки для збирання картоплі встановлено, що з метою підвищення якості просіювання ґрунту та мінімізації втрат і пошкодження бульб, а також зниження енергозатрат, доцільно в схемі картоплекопалок використовувати вібраційні підкопувальні органи із кріпленням на пружній стійці.

УДК 631.147

НАУКОВИЙ СУПРОВІД ВИРОЩУВАННЯ ОРГАНІЧНИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

І. Ф. САВЧЕНКО, к.т.н., с.н.с., зав. відділу

П. А. РИХЛІВСЬКИЙ, к.т.н., с.н.с.,

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

E-mail: petro05081987@ukr.net

Ще в другій половині минулого століття, коли широкого застосування набули індустриальні гербіцидні технології, в Українському НДІ механізації та електрифікації сільського господарства проводились науково-дослідні роботи із застосування вогневої культивзації для боротьби з бур'янами при вирощуванні розсади овочевих культур в плівкових теплицях для відкритого ґрунту без застосування гербіцидів. Разом із науковцями Інституту газу НААН України було розроблено конструкцію і виготовлено на підприємствах м. Києва промислову партію вогневих культиваторів КО-1,5 для суцільного досходового знищення бур'янів.

Вогневий культиватор КО-1,8 входив до складу комплексу машин які агрегувалися з тепличною модифікацією низькокліренсного самохідного шасі СШ-28Т [1].

У ті ж роки широкого впровадження набула «астраханська» технологія вирощування овочевих культур, яка передбачала застосування комбінованого агрегата для нарізування направляючих щілин для наступного точного водіння по ним прополювальних агрегатів із направляючими ножами. Пропонувались жорсткі прополювальні диски, які забезпечували роботу в захисній зоні до 50 мм. В Інституті були запропоновані ротаційні ґрунтооброблювальні робочі органи, які обладнані пружними елементами, які встановлені між жорсткими елементами (пальцями) дисків і вище них [2]. Це дозволяло пружним елементам вичісувати бур'яни в рядку.

Із розвитком галузі органічного землеробства в світі повернулись до вогневої культивзації. Використовуючи напрацьований Інститутом досвід і за наукового супроводу ННЦ «ІМЕСГ» в ТОВ «АЗТех-Україна» розроблено і налагоджено промисловий випуск вогневих культиваторів шириною захвату 6 м для господарств, які вирощують органічну сільськогосподарську продукцію [3].

У ННЦ «ІМЕСГ» спільно з компанією IQcomposite ведеться науково-технічна співпраця з питання застосування еластичних поліуретанових зірчкових дисків для знищення бур'янів в рядках просапних та овочевих культур.

Вищезгадані альтернативні методи боротьби з бур'янами для органічного виробництва просапних та овочевих культур (кукурудза, соняшник, соя,

столова морква, часник, розсадні томати та інш.) забезпечують ефективне знищення бур'янів, як в міжрядях, так і у рядках даних культур в залежності від різниці теплофізичних характеристик стебел культурних рослин і бур'янів.

Список використаних джерел

1. Савченко І. Ф., Руденко М. І., Бугаєць Г. І. Тепличний вогневий культиватор. Актуальні проблеми підвищення технічного рівня с/г машин : тези доповідей Всесоюзної науково-технічної конференції 1987 р.
2. Ротационный почвообрабатывающий рабочий орган : авторское свидетельство 1676473, СССР, МПК А01 В 39/18 / Ф. В. Черняк, И. Ф. Савченко, А. Ф. Завгородний, И. А. Коваленко № 4749842/15; заявл. 17.10.1989; опубл. 15.09.1991, Бюл. № 34.
3. Адамчук В., Мінц М., Борис А., Савченко І., Грицишин М., Рихлівський П., Галай В., Нечипорук С., Ткач Є., Мазур С. «Вогняна техніка» для боротьби з бур'янами. Головний журнал з питань агробізнесу «Пропозиція». – Київ, 2019. – №12. – С. 132-135.

УДК 631.172

ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБУ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

О. О. КОНОВАЛ, провідний інженер

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

E-mail: konovaloleg312@gmail.com

Основним обробітком ґрунту у сільському господарстві тривалий період був плужний. Одним із основних його призначень є розпушення ґрунту за пасивним підведення наземного повітря всередину орного шару. Внаслідок багаторазового впливу ходових систем машино-тракторних агрегатів в ґрунтовому середовищі утворюється ущільнене ядро – «плужна підощва», щільність якої із року в рік збільшується. Шар ґрунтового середовища, розміщений глибше «плужної підощви», залишається нерозпушеним, що негативно впливає на ріст і розвиток сільськогосподарських культур, формування врожаю.

Відомий спосіб обробітку ґрунту, що включає операцію протягування пасивного клиноподібного робочого органа в ґрунті, нижче глибини залягання «плужної підощви» для розуцільнення останньої [1].

Операція розпушення «плужної підощви» протягуванням в ньому клиноподібного робочого органа є одним із найпоширеніших способів поліпшення властивостей ґрунту.

Щодо волого- та ґрунтозбереження, то відомі розпушувачі типу ЩРП-3-70 відповідають рівню кращих світових зразків сільськогосподарської техніки. Нині знаряддя цієї групи реально обробляють до 25 % посівних площ в Україні.

Відомо, що плужний обортовий обробіток ґрунту забезпечує його аерацію, звільняє ґрунт від його перебільшеного вмісту вуглекислого газу.

Недоліком процесу глибинного розпушення ґрунту клиноподібним робочим органом без обертання оброблюваного шару є незабезпечення якісного повітрообміну.

Виникає задача вдосконалення глибинного необоротного способу обробітку ґрунту шляхом добавлення додаткової операції – примусової подачі повітря в оброблювану зону ґрунтового середовища.

Примусове введення повітря в ґрунт при проведенні його розпушення, повністю відповідає агротехнічним вимогам, які передбачають повітрообмін у ґрунтовому середовищі при проведенні ґрунтообробних робіт.

Запропонований спосіб ілюструється рисунком (вид збоку в розрізі).

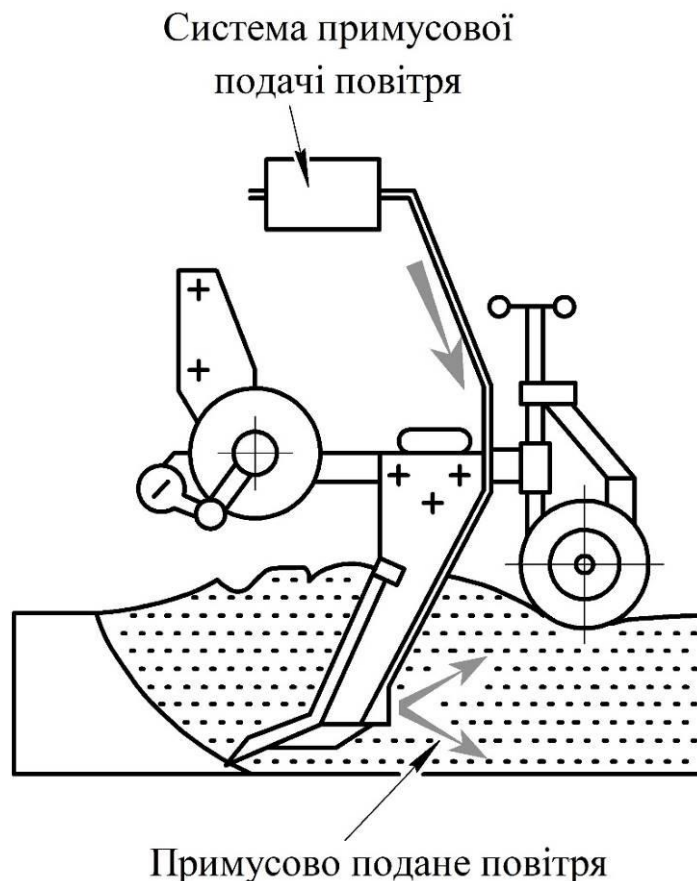


Рисунок 1 – Спосіб обробітку ґрунту з примусовим введення повітря

Обробіток ґрунту здійснюється наступним чином. До енерготехнічного засобу (на рисунку не показано) приєднано розпушувач з системою примусової подачі повітря на повну глибину обробітку. При вході енергозасобу у загінку після введення лап розпушувача у ґрунт на задану глибину система нагнітає повітря до нижньої частини розпушеного ґрунту по повітропроводу з тильної

сторони робочого органу. Введене в нижній горизонт повітря активізує життєдіяльність ґрунтових мікроорганізмів (аеробний процес), що підвищує родючість ґрунту.

Список використаних джерел

1. Гуков Я.С. Обробіток ґрунту. Технологія і техніка. Механіко – технологічне обґрунтування енергозберігаючих засобів для механізації обробітку ґрунту в умовах України. – Видання друге, доповнене. – К.: ДІА, 2007. - С. 95.

УДК 631.3

НОВІ ВИКЛИКИ ЧАСУ – ТЕХНОЛОГІЯ STRIP-TILL

К. В. ВАСИЛЬКОВСЬКА, канд. техн. наук, доцент,

І. А. АНДРІЄНКО

Центральноукраїнський національний технічний університет,

E-mail: vasilkovskakv@ukr.net

Зміна кліматичних умов та цінова нестабільність в зв'язку із пандемією, загострення конкуренції між виробниками спонукає до відповідального землеробства, а саме: застосування точного землеробства, покращення якості посівного матеріалу, застосування технологічних процесів із забезпеченням збереження вологи у ґрунті [1]. Тому пошук технології, яка б допомогла зробити виробництво аграрної продукції більш ефективним, прибутковим та рентабельним – це виклик часу.

Як показує практичний досвід, у сівозміні найбільшої уваги потребують просапні технічні культури (ріпак, цукрові буряки, кукурудза). Адже вони мають розвинену кореневу систему стрижневого типу, чутливо реагують на неякісну підготовку ґрунту й неправильний догляд за попередниками. Це, в кінцевому випадку матиме суттєвий вплив на врожайність [2].

Пошук можливостей заощадження енергоресурсів та збереження екології довкілля в сільськогосподарському виробництві більшого значення набувають інноваційні технології господарювання, а саме: смугового обробітку ґрунту – strip-till (стріп-тілл). Цей спосіб землеробства поєднує в собі переваги традиційного (оранки) та нульового (*Теслюк В. В.*).

Технологія strip-till поєднує в собі переваги та усуває недоліки традиційного і нульового ґрунтообробки. Мета цієї технології полягає в обробітку смуг 20-25 см шириною та на 20-30 см у глибину з одночасним внесенням добрив на різну глибину (рис. 1). Таким чином, 2/3 поля залишається необробленим, а внесені смугою добрива зосереджуються саме в місці розвитку кореневої системи рослин.

Технологія забезпечує раціональне використання площі поля, чергуючи робочі ділянки ґрунту з тими, які відновлюються.

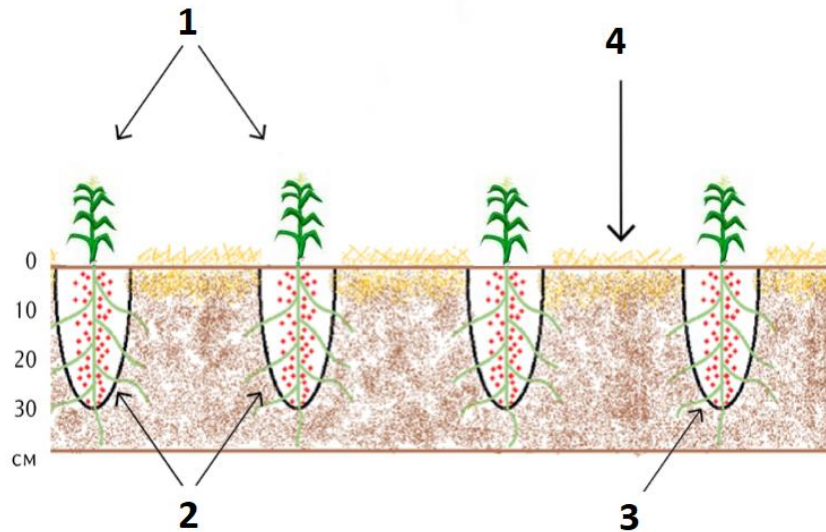


Рис. 1. Схема технології вирощування Strip-till:

1 – рослини; 2 – нарізані та удобрені смуги; 3 – глибока коренева система;
4 – муляча, рослинні рештки (захисна смуга)

За цієї технології ширина міжрядь становить 45 см (змінюється залежно від виду сільськогосподарської культури). Всі послідовні операції з обробки ґрунту за технологією strip-till виконуються як восени, так і навесні. За смуговою технологією вирощуються різні просапні культури, як кукурудзу, сою та соняшник.

Ґрунт розпушується смугами шириною 12 см, на глибину 25 см, по стерні попередника. У сформований ряд вносяться добрива (рис. 1). Опорне колесо ущільнює ложе, після чого насіння укладається на задану глибину і прикочується [3].

За даної технології обробляється лише 33% поля, а інші 67% залишаються під паром. Там зберігаються структура та мікрофлора ґрунту, утримується ґрунтова волога. Добрива витрачаються ощадливо, за рахунок точного внесення в кореневий простір рослин. Один прохід техніки вимагає меншої витрати палива.

Переваги технологією strip-till:

- за один прохід проводиться повна обробка ґрунту, в результаті економія енергоносіїв складає приблизно 30%;
- добрива вносяться на оптимальну глибину в кореневий та підкореневий простір рослин, завдяки чому оптимізується харчування сходів. Додаткове підживлення не потрібне. Економія технологічних матеріалів складає приблизно 20%;
- спеціальні агрегати дозволяють виконувати одночасно не тільки розпушування та внесення добрив, але й сівбу;
- дві третини поля залишається під паром, таким чином ґрунти зберігають природну родючість і не схильні до вітрової та водяної ерозії.

Однак є і недоліки технології, передусім методика досить складна. Технологія strip-till буде ефективною лише в тому випадку, якщо використовуються потужні трактори та спеціальне агрегати. А це додаткові витрати та вкладення.

Таким чином, strip-till – це сучасна технологія ощадного обробітку ґрунту. Її впровадження не обійдеться без певних складнощів, розрахунків та навчання персоналу. Однак, дбайливе ставлення до землі обов'язково окупиться підвищенням її родючості.

Список використаних джерел

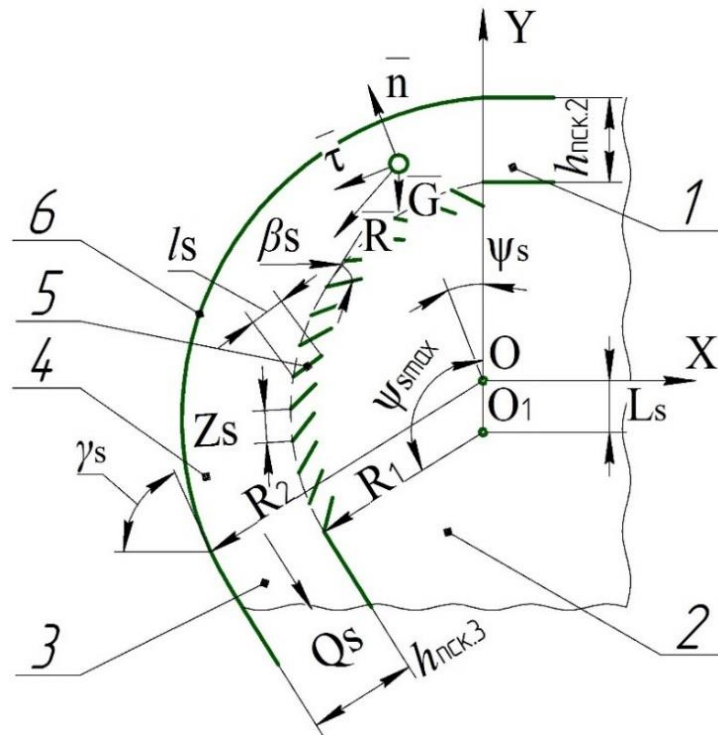
1. Vasylovskaya K., Andriienko O., Vasylovskiy O., Andriienko A., Popov V. and Malakhovskaya V. (2021). Dynamics of export potential of sunflower oil in Ukraine. HELIA, 44(74). 115-123. (DOI: <https://doi.org/10.1515/helia-2021-0001>)
2. Андрієнко О.О., Васильковська К.В., Андрієнко А.Л. Реакція гібридів кукурудзи на зміну густоти стояння рослин у північному степу України. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва, Вип. 96 Ч. 1, 2020. С. 635-651. (DOI: <https://doi.org/10.31395/2415-8240-2020-96-1-635-651>)
3. Войтків, А. В., Вихватнюк Р. В., Худік Л. М. Технологія обробітку ґрунту стріп-тіл : історичний розвиток та поширення в Україні. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник, Вип. 46. – 2016. Кропивницький: КНТУ. С. 117-123.

УДК 631.362.3

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВІДОКРЕМЛЕННЯ ДОМІШОК В КРИВОЛІНІЙНОМУ КАНАЛІ ЖАЛЮЗІЙНОЇ СИСТЕМИ СЕПАРАТОРА

С. П. СТЕПАНЕНКО, доктор технічних наук,
*Національний науковий центр «Інститут механізації та
електрифікації сільськогосподарства»*
ORCID iD 0000-0002-8331-4632;
E-mail: Stepanenko_s@ukr.net

Показники якості та ефективності очищення повітря від легких домішок, що виносяться з пневмосепаруючого каналу через криволінійний канал жалюзійної системи, який встановлено у входному патрубку вентилятора пневматичного сепаратора, багато в чому залежать від траєкторій руху частинок в даному криволінійному каналі. Тому, розглянемо випадок, коли частинки входять в криволінійний канал жалюзійної системи через патрубок глибиною $h_{пск.2}$ в зоні де кут $\psi_S = 0$ (рис. 1).



1, 3 - вхідний і вихідний патрубки жалюзійної системи; 2 - вхідний патрубок вентилятора; 4 - відвідний канал; 5 – жалюзійна система криволінійного профілю;

6 - криволінійна зовнішня стінка пневмосепаратора

Рис. 1 - Схема криволінійного каналу жалюзійної системи

На частку, що знаходиться всередині каналу жалюзійної системи, діють наступні сили: $\bar{G}$ тяжіння; сила $\bar{R}$ реакції повітряного потоку. Відповідно основне рівняння динаміки для даної частинки в інерційній полярній системі координат з центром O кола радіусом R_2 та вертикальною полярною віссю і кутом ψ_s , що визначає положення частинки, в проекціях на дотичну $\bar{\tau}$ і нормаль $\bar{n}$ відповідно [1-4]:

$$\text{для } \bar{\tau} : m \left[2 \frac{dr}{dt} \frac{d\psi_s}{dt} + r \frac{d^2\psi_s}{dt^2} \right] = \mp mg \frac{[\vartheta_{\text{чст.}\tau} - \vartheta_{\text{п.}\tau}]^2}{\vartheta_{\text{віт}}^2} - mg \sin \psi_s$$

$$\text{для } \bar{n} : m \left[\frac{d^2r}{dt^2} - r \left[\frac{d\psi_s}{dt} \right]^2 \right] = \mp mg \frac{[\vartheta_{\text{чст.}n} - \vartheta_{\text{п.}n}]^2}{\vartheta_{\text{віт}}^2} - mg \cos \psi_s$$

де r - поточний радіус розміщення частинки в каналі жалюзійної системи, м;
 $\vartheta_{\text{чст.}\tau}, \vartheta_{\text{чст.}n}$ - проекції швидкості частки на дотичну $\bar{\tau}$ та нормаль $\bar{n}$, м/с;
 $\vartheta_{\text{п.}\tau}, \vartheta_{\text{п.}n}$ - проекції швидкості повітряного потоку, м/с.

В отриманих рівняннях знак «+» вибирається, якщо [2-3]:

$$\vartheta_{\text{п.}\tau} \geq \vartheta_{\text{чст.}\tau} \text{ та } \vartheta_{\text{п.}n} \geq \vartheta_{\text{чст.}n}.$$

Для чисельного вирішення даних рівнянь необхідно скористатися метод Рунге-Кутта. Для цього дані вирази представимо у вигляді системи рівнянь:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dr}{dt} = v_{\text{чст.}n} \\ \frac{d\psi_s}{dt} = \omega_{\text{чст}} \\ \frac{d\omega_{\text{чст}}}{dt} = -\frac{2\omega_{\text{чст}}v_{\text{чст.}n}}{r} + \frac{g|\vartheta_{\text{П.}\tau} - r\omega_{\text{чст}}| \cdot [\vartheta_{\text{П.}\tau} - r\omega_{\text{чст}}]}{r\vartheta_{\text{ВіТ}}^2} + \frac{g \sin \psi_s}{r} \\ \frac{dv_{\text{чст}}}{dt} = r(\omega_{\text{чст}})^2 + \frac{g|\vartheta_{\text{П.}n} - v_{\text{чст.}n}| \cdot [\vartheta_{\text{П.}n} - v_{\text{чст.}n}]}{\vartheta_{\text{ВіТ}}^2} - g \cos \psi_s \end{array} \right.$$

Результатом чисельного рішення даної системи рівнянь є траєкторії руху частинок $r = r(\psi_s)$ в параметричній формі:

$$\begin{cases} r = r(t) \\ \psi_s = \psi_s(t) \end{cases}$$

Кут при русі частинки змінюється в межах $0 \leq \psi_s \leq \frac{\pi}{2}$, а радіус - від жалюзійної системи $r = R_1$ до поверхні стінки каналу [4]:

$$r = L_s \cos \psi_s + \sqrt{R_2^2 - (L_s \sin \psi_s)^2}.$$

Нормальна складова швидкості повітряного потоку $\vartheta_{\text{П.}n} = 0,5$ м/с при значеннях $h_{\text{ПСК.2}} = 0,125$ м, $l_3 = 1,9$ м та $\vartheta_{\text{П.}\tau} = 9$ м/с та спрямована до центру О. Розрахункові траєкторії руху частинок в каналі жалюзійної системи отримані за допомогою пакета прикладних програм.

Таким чином, при русі легких домішок в криволінійному каналі жалюзійної системи забезпечується ефективність відокремлення (відділення) їх від повітряного потоку, що проходить через жалюзійну систему у вхідний патрубок вентилятора пневмосепаратора.

Список використаних джерел

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

4. Stepanenko S.P. Pneumonitis Fractionation of Grain Materials in Air Streams of Variable Structure / S.P. Stepanenko, B.I. Kotov // *ТЕКА. An*

International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering. Lublin-Rzeszow. 2018. Vol. 18. No 2. p. 69-74.

УДК 631.333

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ ПНЕВМОВІДЦЕНТРОВОГО РОЗСІВАЛЬНОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

В. Б. ОНИЩЕНКО, доцент, к.т.н.,

І. М. БЕРЕГОВИЙ, студент магістратури

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Аналіз конструкцій сучасних машин з різними розсівальними робочими органами дозволяє зробити висновок про те, що при створенні технічних засобів для поверхневого внесення твердих мінеральних добрив, їх сумішей і вапна працездатними в умовах масового вітчизняного виробництва є металеві розсівальні робочі органи (РРО) відцентрового типу.

Машини з відцентровим РРО володіють рядом переваг: вони мають відносно просту конструкцію, характеризуються високою надійністю в роботі, навіть при внесенні вологих добрив. Цей факт суттєво важливий, враховуючи те, що в Україні сільськогосподарське виробництво ще мало має складних приміщень для збереження добрив, а значна їх частина має високу гігроскопічність.

Але цим машинам властивий недолік, що полягає в відносно високій нерівномірності внесення добрив. Машини з пневмовідцентровим РРО мають підвищену енергомісткість, забезпечують якісне внесення добрив малими дозами. Вказаних недоліків позбавлені дисково-вентиляторні РРО металевих типу, які суміщують в собі переваги відцентрових і пневматичних РРО.

В дисково-вентиляторних РРО розгін добрив здійснюється звичайним відцентровим способом з використанням диска, що обертається, а вентилятор служить для створення супутнього повітряного променя (струменя). Розробка таких конструкцій дозволить ліквідувати суттєвий недолік, властивий всім відцентровим РРО – відносно високу нерівномірність внесення добрив, та збільшити ширину захвату машин.

Застосування диференційованої подачі повітряного струменя під злітаючі з диска частинки добрив дозволить дещо зменшити різницю в дальності розсіювання крупних і дрібних гранул добрив, а також гранул, які при попередньому розгоні диском отримали відносно малу швидкість сходу. Тому є актуальною розробка дисково-вентиляторних пневмовідцентрових

РРО. Такий робочий орган має диск, зверху на якому встановлено лопатки. Диск кріпиться до вала редуктора, а до нижньої поверхні диска підводиться а пневмопровід, який має напрямний козирок. Повітряний потік в пневмопроводі створює вентилятор, змонтований попереду бункера.

В процесі роботи машини добрива, що поступили на розсівальний диск розганяються лопатками. Під дією відцентрових сил вони переміщуються вздовж лопаток до зовнішньої кромки диска створюючи сектор сходу. Отримавши запас кінетичної енергії, добрива злітають з диска, шляхом відповідного регулювання подачі добрив на диск досягають підвищеного сходу з диска в зону периферійної ділянки ширини захвату. Одночасно під злетівші в атмосферу частинки добрив, подається стиснений повітряний струмінь. Таким чином, частина добрив, отримавши кінематичну енергію від лопаток диска, попадають в супутній повітряний струмінь і висіваються на периферійні зони ширини захвату. Повітряний струмінь діє на частинки добрив, що летять, на відстань 5...6 м від осі РРО, а далі вони летять виключно за рахунок запасу кінетичної енергії [1]. В процесі цього атмосферне повітря чинить добривам опір, їх частинки гальмуються, а потім висіваються на поверхню поля. Таким чином досягається диференційована подача струменя повітря під добрива, які вносяться на периферійні зони робочої ширини захвату машини. Інша частина добрив, що злітає з диска за межами козирка пневмопристрою, висівається по центру ширини захвату машини виключно за рахунок попереднього розгону розсівальними лопатками.

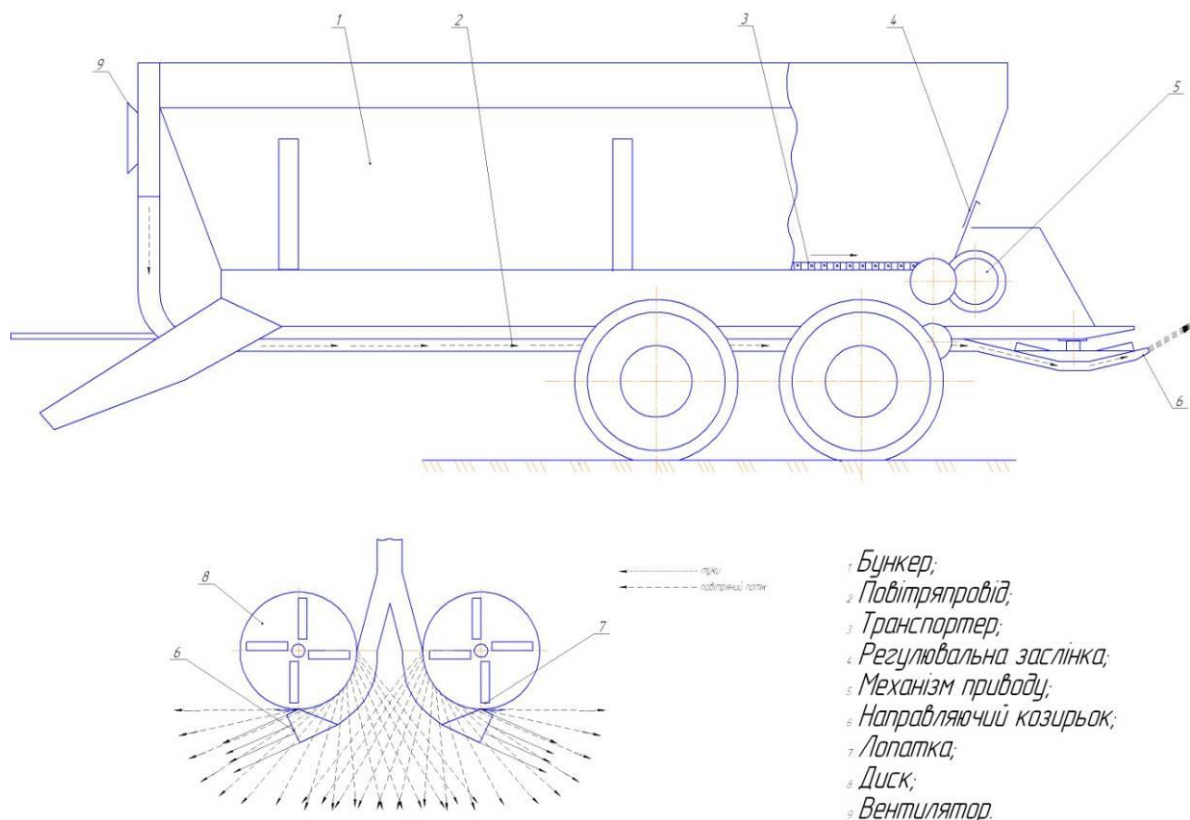


Рис.1. Схема машин з пневмовідцентровими РРО

Список використаної джерел

1. Адамчук В.В. Підсумки створення технологічних комплексів для застосування твердих мінеральних добрив і хіммеліорантів //Техніка АПК.- 2000.-№3.- С.10-12.
2. Адамчук В.В. Обґрунтування моделі внесення мінеральних добрив // В зб.: Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха.- ННЦ „ІМЕСГ” , -2002. Вип. 86.- с. 90-99.

УДК 631.333

ОБґРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ВІДЦЕНТРОВОГО РОЗПОДІЛЬНИКА МАШИН ДЛЯ ВНУТРІШНЬОГРУНТОВОГО ЛОКАЛЬНОГО ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

В. Б. ОНИЩЕНКО, доцент, к.т.н.,
А. О. ДУБОВЕЦЬКИЙ, студент магістратури
Національний університет біоресурсів і природокористування України
В. В. РАТУШНИЙ, с.н.с., к.т.н.,
ННЦ ІМЕСГ НААН України

Аналіз існуючих конструктивно – технологічних схем багатоканальних висівних систем дозволяє зробити висновки про те , що відомі технології не зовсім задовольняють наведені агротехнічні вимоги[1]. При цьому встановлено, що на внесення різних видів добрив по фізико – механічним властивостям та їх сумішей, більш перспективним є використання систем з незалежним розподіленням матеріалу, що вносять, та повітря, на задану кількість потоків з наступним надходженням добрив в окремі канали транспортуючого робочого органу з подальшим рухом аеросуміші по каналам до місця висіву в ґрунт. Така технологічна схема багатоканальної висівної системи забезпечує високі та якісні показники технологічного процесу.

При аналізі можливих варіантів конструктивного виконання розподільчих робочих органів виявлено, що рівномірність розподілення добрив можна покращити за рахунок застосування розподільчих робочих органів відцентрового типу[2]. Обертовий розподільник, з виконаними в його бічній поверхні випускних отворів приведено на (рис. 1) .

Запропонований робочий орган включає в себе корпус 2, в основі якого знаходяться, рівномірно розташовані по коловій поверхні, приймальні горловины відвідних патрубків 10. В корпусі 2 встановлений обертовий розподільник 13 , у вигляді стакана, дном якого є центральна частина диска 4 , далі розміщений привод 7. Над впускним вікном 1 розподільника знаходяться туконапрямляч 14, з'єднаний з дозуючим пристроєм 15 бункера 16 . У точці

з'єднання розподільника з диском, по коловій поверхні розроблені випускні отвори 3 і 12.

Приймальні горловини відвідних патрубків 10 представляють собою одночасно завантажувальними горловинами ежекторів 9 пов'язаними внутрішніми кінцями з пневмоканалами 8, а зовнішніми – з каналами 11 транспортуючого робочого органу. Пневмоканали з'єднані через розподільник повітря 5 з пневмоприводом 6 та з джерелом стиснутого повітря.

Експериментальна установка працює наступним чином. Добрива з бункера 16 подаються дозуючим пристроєм 15 через туконаправлявач 14 до впускного вікна 1 розподільника 13. Після чого, гранули добрив, під дією відцентрових сил розганяються та направляються до випускного вікна 3 і 12, пройшовши які, добрива переміщуються на периферію диска і направляються до приймальних горловин відвідних патрубків.

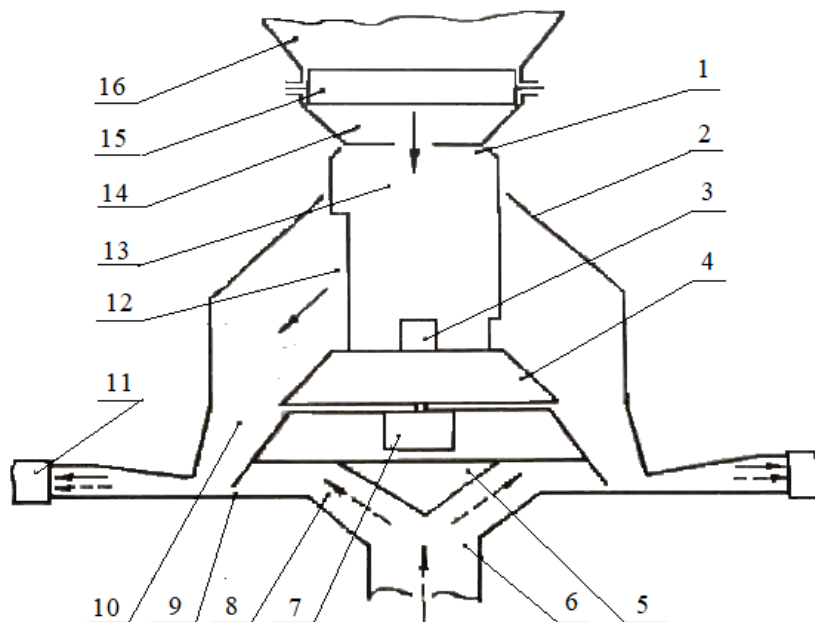


Рис. 1. Схема відцентрового розподільного органу

1-впускне вікно ; 2 - корпус; 3 ,12 –випускні вікна ; 4- диск; 5 - розподільник повітряного потоку; 6 - пневматичний привод ; 7 – привод розподільника ; 8 – пневмоканали ; 9 – ежектори ; 10 – прийомні горловини відвідних патрубків ; 11 - канали транспортуючого робочого органу ; 13 – розподільник ; 14 – туконаправляч ; 15 – дозуючий пристрій ; 16 – бункер.

В цей же час, розділений розподільником 5, повітряний потік із пневмопривода 6, поступає по пневмоканалам 8 до ежекторів 9, де захоплює опинившись в завантажувальних горловинах гранули добрив, і переміщує їх по каналам 11 транспортуючого робочого органу до місця внесення.

Аналізуючи процес роботи запропонованої конструктивно – технологічної схеми розподільчого робочого органу, можна зробити висновок про те, що з метою забезпечення якісних показників даного процесу, необхідно досліджувати його окремі елементи і обґрунтувати його конструктивні параметри і режими роботи .

Список використаної джерел

1. Адамчук В.В. Підсумки створення технологічних комплексів для застосування твердих мінеральних добрив і хіммеліорантів //Техніка АПК.- 2000.-№3.- С.10-12.

2. Адамчук В.В. Обґрунтування моделі внесення мінеральних добрив // В зб.: Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха.- ННЦ „ІМЕСГ” , -2002. Вип. 86.- с. 90-99.

УДК 631.333

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ РОТОРНОГО КАРТОПЛЕКОПАЧА

В. В. ТЕСЛЮК, доктор сільськогосподарських наук, професор
С. С. ВОЙТОВИЧ, студент магістратури

Національний університет біоресурсів і природокористування України

М. І. ІКАЛЬЧИК, кандидат технічних наук, доцент
ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»

E-mail: vtesluk@ukr.net

Картоплекопач КСТ-1,4 широко застосовується для копання картоплі в Україні [1]. Аналіз його структурно-технологічної схеми показує, що він має один серйозний недолік - під час відділення бульб від відвалу в елеваторі відбувається підйом з елеваторної частини цілісного ґрунту бульбами, які падають на поверхню і посипаються, що призводить до різкого збільшення втрат врожаю. Ще одним недоліком є те, що такий картоплекопач викопує всю масу ґрунту по ширині ряду і подає на сепарацію, що знижує продуктивність сепаратора. Крім того, такий картоплекопач скидає викопану картоплю смугою 1,2 м, а отже, він має високі металоємності та енергоспоживання[2].

Для механізованого збирання картоплі розроблено ряд картоплезбиральних машин і знарядь. Копачі кидального (роторного) типу викопують кущі і розкидають бульби і ґрунт з рядка в сторону, перпендикулярно ходу машини на відстань за 3,5 м. Картоплекопачі кидального типу випускають, як правило, однорядні, начіпні на трактор [1].

Технологічний процес здійснюється наступним чином: при русі копача

леміш підрізає ґрунтовий пласт, який в момент сходу з лемеша руйнується і розкидається по поверхні поля гребінками ротора, що обертається. Після проходу копача утворюється смуга шириною 1,5...3 м, на поверхні якої розміщується основна маса бульб. Бригаду підбирачів в кількості 13...18 чол. розміщують так, щоб кожен підбирач мав ділянку довжиною 15...25 м.

Недоліками копачів кидального типу є великі втрати картоплі (число присипаних бульб ґрунтом сягає 25%), необхідність підбору бульб відразу після проходу копача, а також підвищене пошкодження бульб, особливо під час роботи на сухому ґрунті. Затрати праці на підбір бульб після копачів кидального типу на 20...25% вищі, ніж після картоплекопачів просіювального типу.

До переваг копачів кидального типу відноситься можливість їх використання на ґрунтах підвищеної вологості та засміченості дрібним камінням.

Таким чином, на основі аналізу конструкцій аналогічних машин можна зробити висновок, що жодна з них не відповідає повністю агрономічним вимогам.

Ці недоліки можна усунути, посиливши процес руйнування пласта та поділу відвалу, перетворивши постійний потік пласта в дискретний. Для цього найдоцільніше застосовувати ротор, який встановлюється на леміші. При цьому в робочому процесі беруть участь два потоки - постійний (рух пласта на поверхні лемеша) та дискретний (відбір проб пласта лопатями від лемеша).

Аналіз робочого процесу такого картоплекопача показує, що шар під час підйому від плуга відривається від основної маси і падає вниз, де підхоплюється лопатями ротора і по круговій траєкторії перекочується через вісь обертання. У цьому випадку ґрунт і дрібні частинки відвалу просіюються через стержні лопаті на поверхні поля, а бульби, бадилля і великі рослинні залишки викидаються через вісь обертання ротора. Але в процесі підйому шару від лемеша і переходу до лопаті частина бульб падає на поверхню поля (оскільки лопатка не встигає підійти до леміша) і присипається ґрунтом, що веде до зростання збитків.

Очевидно, що в конструкції такого картоплекопача буде доцільніше використовувати леміш із продовженням, виконаним у вигляді стрижнів, через які проходять стрижні леза. Це рішення дозволяє утримувати шар під час його видалення з лемеша лопатками ротора та сприяє частковому просіванню (відділенню) відвалу.

Водночас слід зазначити, що леміш повинен мати кут установки не більше 24° , інакше фронтальний опір ґрунту та енергетичні витрати різко зростають. У цьому випадку діаметр ротора буде недостатнім, що негативно вплине на відокремлення купи. Тому необхідно розробити такий картоплекопач, який буде мати невеликий кут α установки лемеша до горизонту і великий діаметр D ротора. Для задоволення цієї умови необхідно використовувати ротор із зігнутими лопатями. Але раніше такий картоплекопач

не вивчався, і в літературі немає даних для визначення сил опору, що перешкоджають обертанню ротора при взятті шару лемешів.

У даній роботі на основі аналізу конструкцій картоплезбиральних машин та враховуючи агротехнічні вимоги до вирощування картоплі, удосконалено картоплекопач КСТ-1,4.

На основі вихідних даних в проекті розроблено основні вимоги до машини, сформульовані вимоги технічного завдання, проведено обґрунтування параметрів картоплекопача і його основного робочого органа – роторного сепаратора.

Список використаної джерел

1. Пасаман Б.Ф., Гунько Ю.Л., Пасамон О.Б., Смолінський С.В. Теоретичне дослідження руху бульби картоплі по поверхні робочого органа картоплекопача // „Сільськогосподарські машини” Зб. наук. ст., вип. 13. - Луцьк: ред.-вид. відділ ЛДТУ, 2005. -С. 147-152.

2. Гунько Ю.Л. Результати дослідження роботи фільтрувальної станції цукрового виробництва / Ю.Л. Гунько, М.С. Шведик, В.В. Теслюк, П.І. Ткачук // Сільськогосподарські машини: Зб. наук. ст. – Вип. 38. – Луцьк, 2017. – С. 24–30.

Пасаман Б. Ф. Розрахунок за методом кінцевих елементів рами роторного картоплекопача / Б. Ф. Пасаман, М. В. Вржещ, Ю. Л. Гунько // Наукові нотатки. - 2009. - Вип. 26. - С. 228-229. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nn_2009_26_50.

3. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку. / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.

УДК 631.333

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ДООБРІЗЧИКА ГИЧКИ КОРЕНЕПЛОДІВ

В. В. ТЕСЛЮК, доктор сільськогосподарських наук, професор

В. В. МАЩЕНКО, студент магістратури

Національний університет біоресурсів і природокористування України

В. М. БАРАНОВСЬКИЙ, доктор технічних наук, професор

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя

E-mail: vtesluk@ukr.net

Головними тенденціями розвитку бурякозбиральних машин нового покоління і технологіями збирання у світі є масовий перехід на потужні самохідні бункерні комбайни з ефективними системами очищення, що

забезпечують підвищення продуктивності, зниження трудомісткості збиральних робіт та фізичної забрудненості в сприятливих ґрунтових умовах [1].

Метою магістерської роботи є підвищення технологічної ефективності збирання коренеплодів шляхом розробки та обґрунтування параметрів пасивного дообрізчика залишків гички.

Для підвищення показників якості збирання гички коренеплодів запропоновано удосконалити конструкції робочих органів ГМ, які виконують послідовні операції зрізування загального масиву гички роторним гичкорізом з наступним видаленням залишків гички з головок коренеплодів дообрізчиком типу «пасивний копір-рухомий ніж» [2].

В процесі роботи зроблено аналіз конструкцій гичкозрізувальних пристроїв гичкозбиральних машин різних країн світу. На основі проведеного аналізу гичкозрізувальних пристроїв України, Німеччини, США, Італії, Франції та інших найбільших бурякосіючих країн світу запропоновано вдосконалити гичкозрізувальний пристрій, встановивши ніж на вісі обертання і підпружинити пружиною, а його хід обмежити упорами, що забезпечує різання з ковзанням і за рахунок цього покращується якість зрізування головок коренеплодів цукрових буряків на корені.

Відповідно до поставлених задач програма експериментальних досліджень включає визначення ступеня пошкодження коренеплодів від зміни імпульсного динамічного навантаження з різними поверхнями співудару.

Відомо, що ступінь пошкодження коренеплодів доцільно визначати шляхом їх кидання з різної висоти на поверхні робочих органів. При цьому, визначаючи швидкість ударної взаємодії за відомою залежністю. Оскільки швидкість ударної взаємодії є постійною величиною, то через радіус периферії робочого органу визначають кутову швидкість його обертання. Однак, за даною методикою, експериментальні дослідження проведені виключно для оцінки глибини пошкодження тіла коренеплодів.

Сила різання збільшується прямопропорційно збільшенню переміщення ножа і практично не залежить від зміни маси ножа. Домінуючим фактором, який впливає на площу плями контакту тіла коренеплоду, тобто на їх пошкодження є швидкість ударної взаємодії коренеплоду з поверхнею контакту. Використання запропонованого дообрізчика залишків гички на головках коренеплодів дозволить знизити затрати праці за рахунок підвищення ступеня дообрізки залишків гички.

Список використаної джерел

1. Напрямки вдосконалення бурякозбиральної техніки / Р.Б.Гевко, І.Г.Ткаченко, С.В.Синій, В.М.Булгаков, Р.М.Рогатинський, О.Б.Павелчак. – Луцьк: ЛДТУ, 1999. – 168 с.
2. Патент 81255 Україна, МКИ7 А 01 Д 23/02. Гичкозбиральна машина / Смаль М.В., Герасимчук О.О., Барановський В.М., Паньків В.Р. ; заявник і

патентовласник Луцький національний технічний університет. – № 201213815; заявл. 03.12.2012; опубл. 25.07.2013. Бюл. № 14/2013.

3. Хелемендик М.М. Напрями і методи розробки робочих органів сільськогосподарських машин. – К.: Аграрна наука, 2001. – 280 с.

4. Гречка В., Войтюк П., Куліш В. Сучасні тенденції розвитку конструкцій для збирання цукрових буряків // Пропозиція. – 2003. - № 11. – С. 96-98.

УДК 623.746:632.95.027

АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ В АГРАРНІЙ СФЕРІ

Д. І. ВЕЛИКОІВАНЕНКО, магістр

О. А. МАРУС, кандидат технічних наук, доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: marus_o@ukr.net

Одним із напрямів, який динамічно розвивається в аграрній сфері – це використання безпілотних літальних апаратів та застосування їх в різних напрямках. Перелік завдань, для вирішення яких застосовуються безпілотні літальні апарати, залежить від рівня фахівця, який пілотує пристрій, потреб споживача, та характеристик обладнання, що використовується. До того ж використання безпілотних літальних апаратів дозволяє отримувати необхідну інформацію не залишаючи свого офісу чи оселі.

Типами безпілотних літальних апаратів, що використовуються у сільському господарстві, є платформи літакового та роторного типів. Перевага перших полягає у тому, що вони можуть знаходитися в повітрі довше за роторні платформи. Залежно від модифікації, цей час коливається від 60 до 120 хв. Проте, другий тип платформ здатний нести на собі більшу вагу. В основі платформи знаходиться легкий каркас із системою живлення, на який встановлюються модулі передачі сигналу, системи GPS, різноманітні камери тощо. На сьогодні вже існують малі безпілотні літальні апарати, вагою у декілька кілограмів, які можуть виконувати складні завдання. Крила й фюзеляжі БПЛА виготовляються із композитних матеріалів, що армовані вуглеволокном. Зі швидкістю 80 км/год, якісний безпілотник може перебувати в повітрі кілька годин, підніматися на висоту до п'яти кілометрів і долати маршрут до 500 км [1].

Ємність світового ринку дронів, які використовуються у виробничій діяльності, оцінюється у 127 млрд дол. США, чверть з яких припадає на АПК. В Україні нині чверть усіх дронів (а це 2,5–3 тис пристроїв) функціонують в

аграрній сфері – ними користуються господарства із сукупним земельним банком понад 3 млн га [2].

Використовують безпілотні літальні апарати переважно з метою транспортування, внесення, моніторингу та спостереження (рис). В аграрному виробництві найбільше використовують безпілотні летальні апарати при обприскуванні полів отрутохімікатами та при моніторингу посівів. На сьогоднішній день інтенсивно розвивається напрямок використання безпілотних літальних апаратів при внесенні ентомологічних препаратів особливо це актуально при виробництві екологічно безпечної продукції. Якщо при внесенні отрутохімікатів необхідні великі дрони – щоб забезпечити потрібну продуктивність обробки полів, особливо на великих площах, то при внесенні ентомологічних препаратів (наприклад трихограму) навіть таким самим дроном можна здійснити обробку в рази більше.

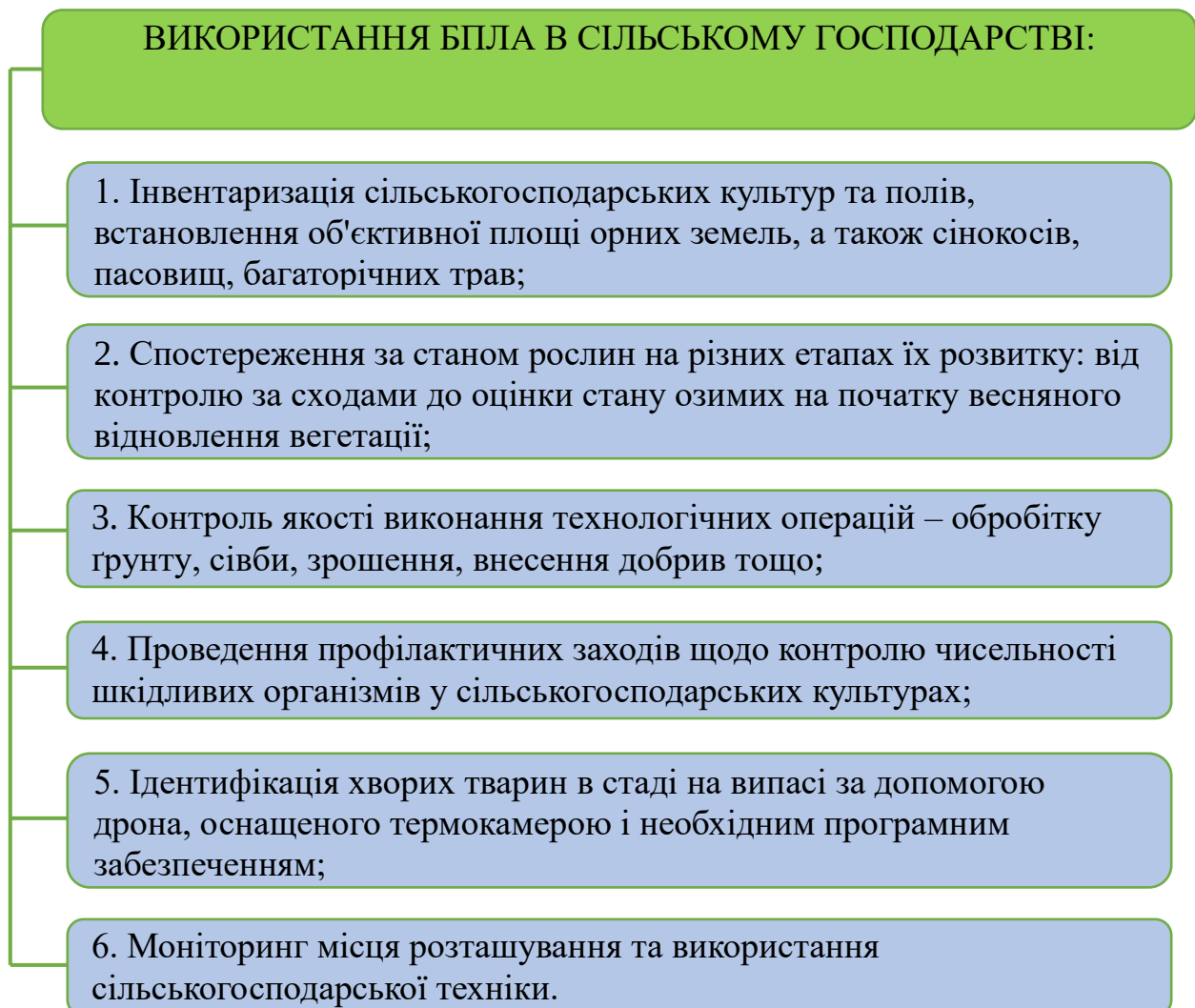


Рис. Схема операцій використання безпілотних літальних апаратів в сільському господарстві

При внесенні ентомологічних препаратів зростає продуктивність обробки сільськогосподарських угідь за рахунок меншої маси препарату та невеликих норм внесення, наприклад норма внесення трихограми становить від 1 до 2 г на

га в залежності від культури та масовості шкідника. Тільки при внесенні ентомологічних препаратів безпілотними летальними препаратами існує одна проблема: необхідно під кожен вид препарату проектувати свій бункер та дозуючий елемент.

Таким чином, широкий спектр можливостей використання безпілотних літальних апаратів в сільськогосподарському виробництві дає підстави вважати, що цей напрямок досліджень даних технологій є надзвичайно актуальним.

Список використаних джерел

1. Назаренко О.Г. Можливості використання безпілотних літальних апаратів в системах точного землеробства та аграрному виробництві загалом. URL: <http://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/6423/1/13.pdf>
2. Старинець О.Г. Використання дронів у діяльності підприємств аграрної сфери. Причорноморські економічні студії . 2019. № 43 С. 116-119.

УДК 621.97

СХЕМАТИЗАЦІЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ ДИНАМІЧНОЇ МОДЕЛІ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ МАШИНИ

О. В. НАДТОЧІЙ, кандидат технічних наук, доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: o_nadtochiy@nubip.edu.ua

Двигун внутрішнього згорання сільськогосподарської машини слід розглядати як динамічну систему, завдяки постійній зміні різноманітних фізичних процесів що в ньому протікають, а математична модель, яка відображує ці зміни в часі – як динамічну модель системи (ДВЗ) [1].

При математичному моделюванню певного процесу його конкретна реалізація може бути описана у вигляді відповідності між елементами множини $\tilde{O}$ можливих значень x і елементами впорядкованої множини $\vec{O}$ моментів часу t , тобто у вигляді відображення $\vec{T} \rightarrow \vec{X}: x(t) \in \vec{X}, t \in \vec{T}$ [2]. Розглядаючи вихід $y(t)$ системи (це може бути вектор) як її реакцію на керуючі $u(t)$ і некеровані $v(t)$ входи $x(t) = \langle u(t), v(t) \rangle$, можна модель ДВЗ виразити у вигляді «**Black Box**» (більшість сучасних діагностичних приладів) і описати її як сукупність двох процесів: $\vec{X}^T = \langle x(t) \rangle$ і $\vec{Y}^T = \langle y(t) \rangle, t \in \vec{T}$. Проте модель ДВЗ у вигляді такого «**Black Box**» неефективна, адже вона не дозволяє локалізувати неполадки, що виникають у реальному двигуні [3]. Цього недоліку позбавлена модель «**White Box**», коли залежності між входом і виходом можна описати тим чи іншим способом. В найбільш загальній моделі динаміки системи цього

досягають введенням стану системи $z(t)$, якому притаманна внутрішня характеристика залежна від поточного значення вихідного процесу. Таким чином, враховуючи характеристики стану існує наступний опис виходу $\zeta: \vec{Z} \times \vec{T} \rightarrow \vec{Y}$, що можна описати наступним чином: $y(t) = \zeta(t, z(t)), t \in \vec{T}$. Залежність ζ від t враховує можливість зміни залежності виходу від стану з плином часу. Для завершення побудови математичної моделі слід описати зв'язок між входом і станом. Іншими словами слід ввести параметричну множину відображень $\mu_{\tau t}: \vec{Z} \times \overline{X(\cdot)} \rightarrow \vec{Z}$, заданих для всіх значень параметрів $t \in \vec{T}, \tau \in \vec{T}$ і $\tau \leq t$. При цьому приймається умова. Що стан в будь-який момент $t > \tau$ однозначно визначається станом z_t в момент τ і відрізком реалізації входу $x(\cdot)$ від t до τ або перехідним відображенням $z(t) = \mu_{\tau t}(z_t, x(\cdot)) = \sigma(t, \tau, z_t, x(\cdot))$.

Математична модель ДВЗ як системи, умовно названу «White Box» є системою із множиною входів, станів і виходів та зв'язків між ними:

$$\vec{X} \xrightarrow{\sigma} \vec{Z} \xrightarrow{\zeta} \vec{Y}.$$

Конкретизуючи множини $\vec{X}, \vec{Z}, \vec{Y}$ і відображення σ і ζ , отримуємо моделі різних ДВЗ.

Структурна математична модель ДВЗ (експертний об'єкт (ЕО)) визначається як $M(R) = \langle G, S, R \rangle$, де G – множина елементів, що утворюють модель; S – область визначення перетворення подібності; R множина правил, які встановлюють співвідношення зв'язку ρ на Z структурі типів з'єднання, $R = (\Sigma, \rho)$. Для формального опису ЕО необхідно, використовуючи функціональну схему ДВЗ, ввести множину параметрів, що його характеризують $\vec{Q} = \langle q_i \rangle, i = \overline{1, n}$ і базис операторів $\vec{A} = \langle A_i \rangle, i = \overline{1, m}$, які встановлюють співвідношення між цими параметрами (рис. 1, а).

Усі параметри ЕО можна розділити на чотири підмножини $\vec{Q} = \langle \vec{V}, \vec{\alpha}, \vec{\beta}, \vec{\gamma} \rangle$, де $\vec{V} = (v_i) = [\vec{X}(\vec{\alpha}, t); \vec{Y}(\vec{\gamma}, t); \vec{Z}(\vec{\beta}, t)], i = \overline{1, k}$ – фазові змінні: вектори вхідних $\vec{X} = \langle x_i \rangle; i = \overline{1, s}$ і вихідних $\vec{Y} = \langle y_i \rangle; i = \overline{1, v}$ змінних пов'язаних між собою операторним рівнянням $\vec{Y} = \vec{A}(\vec{X}); \vec{Z} = \langle z_i \rangle; i = \overline{1, k}$ – внутрішні змінні, що утворюють множину станів експертного об'єкту; $\vec{\alpha} = \langle \alpha_i \rangle; i = \overline{1, l}$ – зовнішні параметри ЕО; $\vec{\beta} = \langle \beta_i \rangle; i = \overline{1, p}$ – внутрішні параметри ЕО; $\vec{\gamma} = \langle \gamma_i \rangle; i = \overline{1, r}$ – вихідні параметри ЕО.

Множина вихідних параметрів $\vec{\gamma} = \langle \gamma_i \rangle$ дозволяє кількісно оцінити якість протікання робочих процесів ЕО: $\vec{\gamma} = F_1(\vec{A}, \vec{\alpha}, \vec{\beta})$. При комп'ютерному моделюванні виконується оцінка параметрів $\vec{\gamma} = F_2[\vec{Y}(t)], \vec{Y}(t) = \vec{A}(\vec{\beta})\vec{X}(\vec{\alpha}, t)$, де $0 < t \leq T_n$; T_n – час обробітку реалізації процесу. Вихідні параметри ЕО отримуємо в результаті обробітку вибірки об'ємом v множини реалізацій $\vec{Y} = \langle y_i \rangle$. Блок $\vec{A}$ (рис. 1, б) є математичною моделлю ЕО. В блоці F_2 здійснюємо перетворення та статистичний обробіток вибірки $\vec{Y} = \langle y_i \rangle$, результатом якої є оцінка вихідного параметра системи y^* . Ці оцінки порівнюють з номінальними значеннями вихідних параметрів та приймають

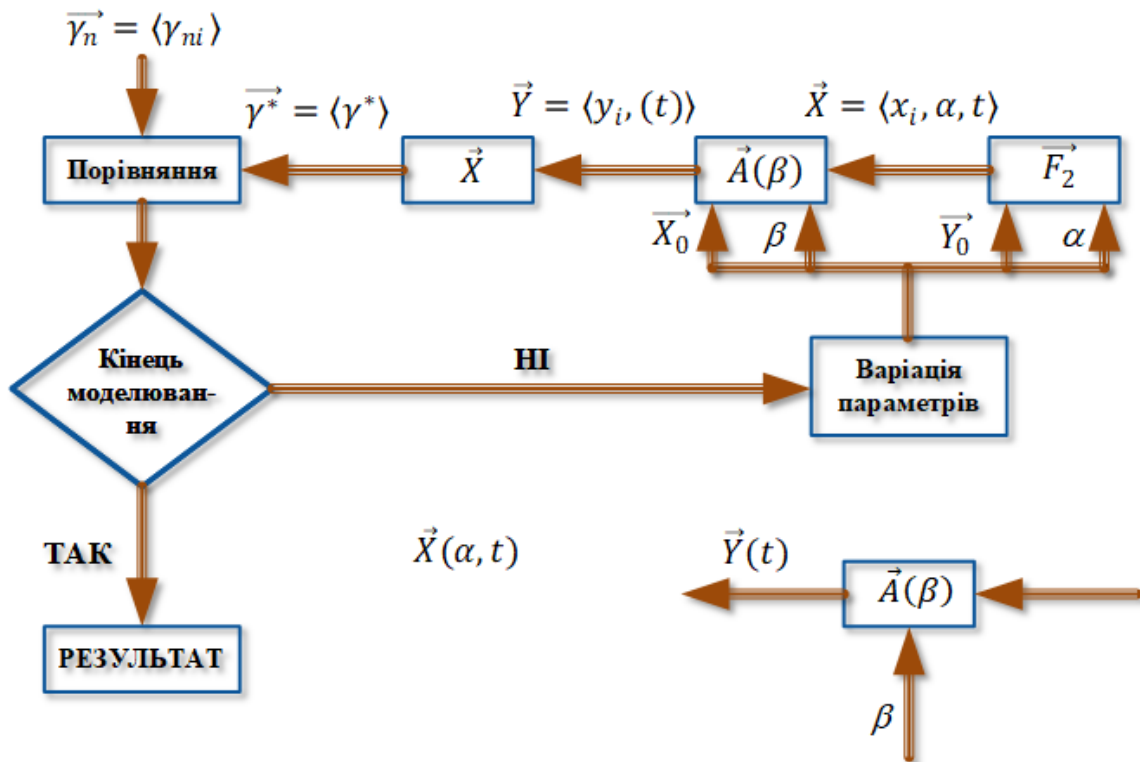


Рис. 1. Схема моделі експертного об'єкту: структурна узагальнена і функціональна

рішення про подальшу процедуру моделювання. Відповідність моделі об'єкта оцінюють критерієм якості ідентифікації:

$$I(\vec{c}) = M\langle F[e(\vec{z}(n), \vec{c})] \rangle = [y(n) - \hat{y}(n)] \xrightarrow{n \rightarrow \infty} \min,$$

де $M\langle \dots \rangle$ – математичне очікування; $F[\dots]$ – функція втрат.

Цінність моделі полягає у можливій розробці на її основі засобів для постійного моніторингу ефективної потужності. Це дасть можливість встановити чи спрогнозувати критичний стан механічної частини двигуна, системи паливоподачі і системи управління за зміною параметрів в часі і вчасно вивести попередження про вірогідність аварійної відмови. Встановлено зокрема, що при зниженні ефективної потужності на 15% різко знижує ефективність роботи техніки на 25%, а при зниженні більш ніж на 25% – завжди призводить до відмови.

Список використаних джерел

1. Nazarenko I., Dedov O., Bernyk I., Rogovskii I., Bondarenko A., Zapryvoda A., Titova L. 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. doi: 10.15587/1729-4061.2020.217747.
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(105). P. 19-29.

3. Rogovskii I., Titova L., Novitskii A., Rebenko V. Research of vibroacoustic diagnostics of fuel system of engines of combine harvesters. Engineering for Rural Development. 2019. Vol. 18. P. 291-298.

УДК 631.001.04

MOBILE KIT FOR DETERMINATION OF GRAIN LOSSES OF DIRECT COMBINATION

I. L. ROGOVSKII, Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
E-mail: rogovskii@nubip.edu.ua

Measurement of losses is the basis of the basics when it comes to the correct settings and optimal loading of the combine [1]. That's why Feiffer has developed a professional kit (Fig. 1) designed primarily for dealers [2], as it can be quickly and easily adapted to any combine harvester [3].

Using trays to determine grain loss, compared to a conventional stubble inspection, is a breakthrough [4]. Well, if you want to be a little more precise in these matters, we recommend that you invest in a system similar to the Grain Tablet set made by Feiffer.

First of all, in combination with the automatic reset system and the application in the smartphone, it can provide a truly accurate estimate of losses [5]. Well, what happens to a dealer who regularly starts new machines, which is used when identifying too high losses caused by the combine delivered to its customers? As a rule, the combine does not have a tray discharge system for measuring losses; at the same time, a cursory glance at the stubble left after the passage or the use of a single tray is sometimes not enough. To determine the exact causes of losses, it would be useful to determine their level across the entire width of the capture at the same time.

This is where the high hour of the new LIF-Profi-Kit loss definition from Feiffer comes. LMS is an abbreviation of the English phrase Loss Measuring System, which is translated into Russian as "loss measurement system".

The set consists of a solid plastic suitcase, which contains two battery-operated electromagnet and remote control devices, as well as compact kitchen scales. In addition, the LMS-Profi-Kit includes a small tower air separator. Even if the last elements do not fit in the suitcase, anyone, even a not very inflated "inspector" will be able to take the whole set with him in the field without any problems. The main thing is to get to the combine, and the installation process itself is a matter of seconds. The resetting system for installation on the rear wall of the header includes a design in the form of a folding corner with a permanent magnet. By the way, it has

been improved: now it requires an even smaller flat surface, and the fasteners have become stiffer - the installed tray does not shake when moving.

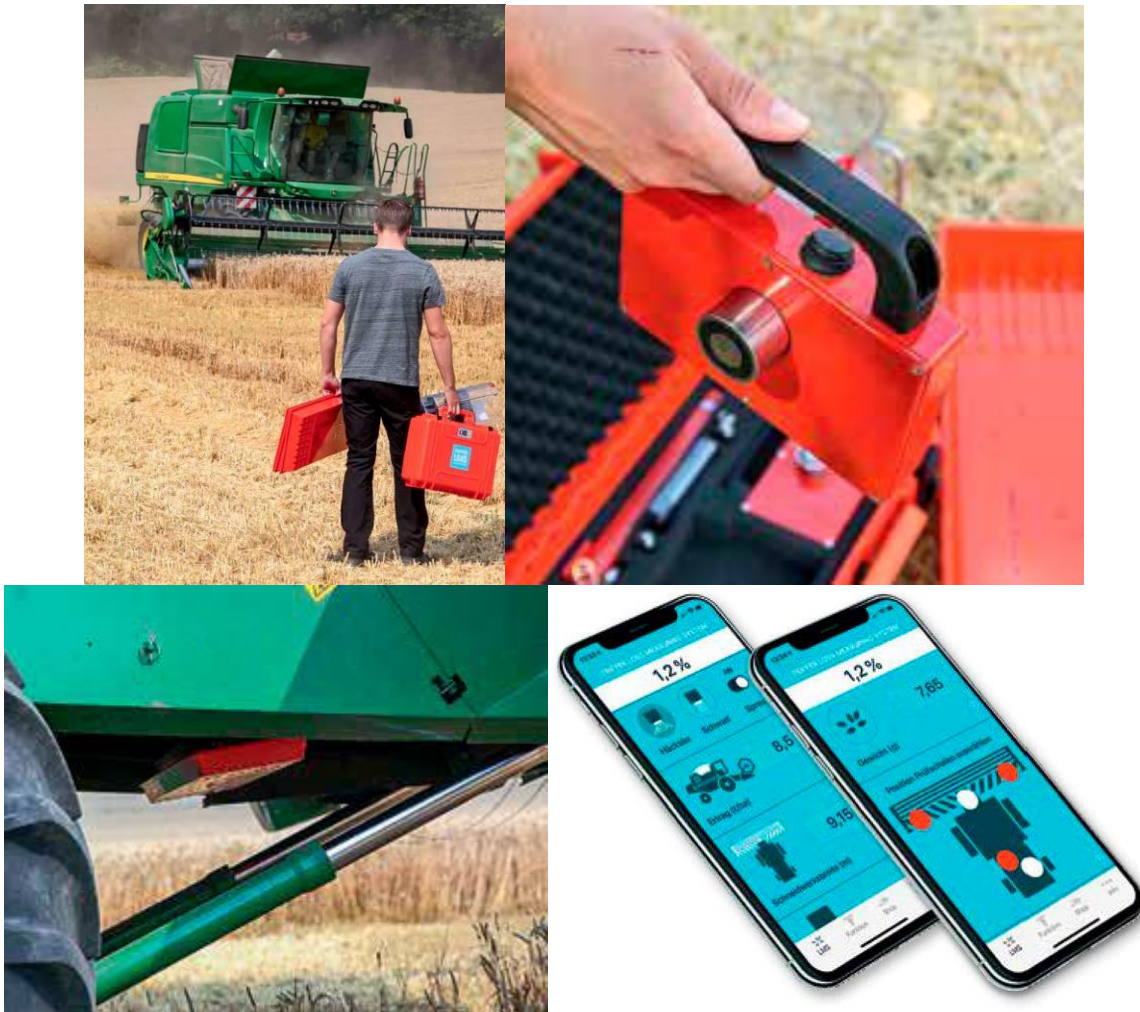


Fig. 1. Mobile kit for determining grain losses

To attach the trays in the suitcase there are two electromagnets, which on the opposite side are equipped with a permanent magnetic surface. Thanks to this design, the device, firstly, can be installed on the rear wall of the header, and secondly, under the inclined chamber (ideally, the latter should be at the highest point during installation). In order to "jump over" the thrust in the way, in the future the manufacturer plans to offer an additional adapter. Well and now we include electromagnets by means of the small switch on the handle and we fix two control trays (which in the middle have the screwing in fastening metal plate) in the necessary place.

Then let the combine work again. When the required operating speed is reached, the "inspector" can "lower" the third tray located on the other side behind the reaper, and at the same time "eject" the other two with the help of the control panel. Therefore, all three trays are now in the same row across the entire working width. When laying in the roll, it is also possible to place both offset electromagnets under the combine to measure losses across the width of the roll. And, pay attention, all this "auditor" does independently, without exposing neither himself, nor others.

Electromagnets are completed with the battery. Don't forget to turn them off after use.

The reaper adapter has been modified, so now it needs even less flat surface; in addition, it no longer swings. And for the inclined camera in the near future there will be an adapter with a recess, and then its thrust will no longer be a hindrance.

The feiffer LMS application allows you to easily and quickly calculate losses. In one of the new versions, it should be possible to estimate losses on individual trays.

References

1. Rogovskii I. L. Models of formation of engineering management alternatives in methods of increasing grain production in agricultural enterprises. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 1. P. 137-146. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.01.137>.

2. Rogovskii I. L. Analyticality of complex criteria for estimating grain production in agricultural enterprises by intensification of engineering management. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 4. P. 129-138. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.04.129>.

3. Rogovskii I. L. Analysis of grain losses by the classic threshing-separating device of the combine harvester. Scientific reports of NULES of Ukraine: electronic edition. Kyiv. 2021. № 4(92) (2021). <https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.04.012> file:///C:/Users/Ivan/Downloads/15140-35724-1-PB.pdf.

4. Rogovskii I. L. Methodology of performance of technological operations of restoration of working capacity of agricultural machines at limited resources. Collection of abstracts of the XXII International Scientific Conference "Modern Problems of Agricultural Mechanics". October 16-18, 2021. Kyiv. Nizhyn. 2021. P. 122-125.

5. Ivan Rogovskii, Liudmyla Titova, Mikola Ohienko, Olga Snezhko, Oleksandr Nadtochiy, Ferdynand Raiss, Liudmyla Berezova. Methodology of engineering management of agrotechnics of grain production by agricultural enterprises. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2021; ISBN 978-83-66567-37-5; pp. 214, illus., tabs., bibls. https://www.wsia.opole.pl/wp-content/uploads/2020/09/Mon_Rogovskii.pdf.

УДК 631.001.04

TECHNICAL STANDARDS OF EUROPEAN UNION ASSESSMENT OF QUALITATIVE PERFORMANCE INDICATORS OF SELF-PROPELLED SPRAYERS

I. S. LIUBCHENKO, post graduate student

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine

E-mail: lub4enko.ira@gmail.com

Technical standards of the European Union for the evaluation of quality performance of self-propelled sprayers are provided by Directive No. 2009/128 / EC of the European Parliament and of the Council of the European Union, which establishes the legal basis for Community action to achieve environmentally sustainable pesticides:

- reducing the risks and consequences of their use for human health and the environment [1];
- more effective implementation of integrated pest management and the use of alternative approaches and methods (non-chemical substances) [2];
- serial production, purchase and operation of technical means of pesticide application is allowed only after their state registration [3];
- State registration of technical means of pesticide application is allowed, which ensure the proper quality of technological operations, prevent harm to the health of persons working directly with them and the population, as well as environmental pollution [4];
- state tests and registration of technical means of pesticide application are carried out by the authorized body and in the manner prescribed by national acts [5];
- technical means of pesticide application, which received a positive assessment based on the results of state tests, are entered in the state register of technical means of pesticide application [6];
- in case of change in the design of the technical means of pesticide application, it is subject to mandatory re-registration [7];
- technical means of pesticide application are subject to mandatory certification [2].

Analyzing the provisions of Ukrainian legislation on control over the use of pesticides (Table 1 and Table 2), we can conclude that the purpose of legal regulation is:

- priority of preserving human health and environmental protection in relation to the economic effect of pesticide use;
- state control of their import into the customs territory, registration, production, storage, transportation, trade and use;
- validity of their application;
- minimization of pesticide use through the introduction of organic farming and other environmentally friendly, non-chemical methods of plant protection;

- safety for human health and the environment during their production, testing and use subject to compliance with the requirements established by state standards, sanitary norms, regulations and other normative documents;
- unity of state policy on pesticide-related activities.

Table 1

Manufacturers and suppliers of technical means for Ukrainian market related to pesticides

Country of origin	Company	Self-propelled sprayers
EU countries		
Germany	Amazone	+
Denmark	Hardi	+
Italy	Bargam	+
France	Techoma,	+
Netherlands	Kverneland	-
Denmark	Bogballe	-
France	Sulky, Brochard	-
Germany	Rauch	-
North American countries		
USA	John Deere, Challenger	+
Країни Південної Америки		
Brazil	Jacto, Stara	+
Ukraine		
Boguslav Agricultural Machinery		+
Lvivagromashproekt		+
Agrotechnics		-
Khmilnyksilmash		-
Orikhivsilmash		-

Table 2

Manufacturers and suppliers of technical means to the Ukrainian market in 2021

Indexes	Self-propelled sprayers
Imports of new self-propelled sprayers to Ukraine, pcs.	340
Major importers of sprayers, %	Bison – 11; Agrotek – 10; Agroresource – 7; Rise – 7
The most popular brands of sprayers imported to Ukraine, %	John Deere – 32; Case – 29; Hagie – 7; Tecnoma – 7
Imports of secondary market of self-propelled sprayers to Ukraine, pcs.	45

References

1. Liubchenko I. S., Rogovskii I. L. Analytical provisions of the influence of completeness of technical control on the reliability of self-propelled sprayers. Bulletin of Sumy National Agrarian University. Series: mechanization and automation of production processes. 2021. Issue 1 (43). P. 14-21. <https://doi.org/10.32845/msnau.2021.1.3>.
2. Directive No 2009/128/EC of the European Parliament and of the council establishing a framework for community action to achieve the sustainable use of pesticides. 21.x.2009. 56 p.
3. Liubchenko I. S. Analytical provisions for estimating the readiness factor of self-propelled sprayers under technical control modes. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 3. P. 177-186. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.03.177>.
4. Liubchenko I. S., Rogovskii I. L. Analytical coefficient of technical readiness of self-propelled sprayers with variable seasonal operating time. Scientific and technical principles of development, testing and forecasting of agricultural machinery and technologies. XXI International Scientific Conference, village Research, Ukraine, September 22, 2021: abstracts of the conference. Research. 2021. P. 71-75.
5. Liubchenko Iryna. Technical parameters of technical control of self-propelled sprayers. Modern problems of agricultural mechanics. XXII International Scientific Conference, Nizhyn, Ukraine, October 16-18, 2021: abstracts of the conference. Nizhyn. 2021. P. 122-125.
6. Liubchenko I. S., Rogovskii I. L. Safety measures in recovery of self-propelled sprayers. OSHAgro – 2021. I International Scientific and Practical Conference, Kyiv, Ukraine. September 30, 2021: abstracts of the conference. Kyiv. 2021. P. 154-157.
7. Liubchenko I. S., Rogovskii I. L. System engineering of self-propelled sprayers of Ukraine. Actual problems of practice and science and methods of their solution. IV International Scientific and Practical Conference, Milan, Italy, January 28, February 2, 2022: conference abstracts. Milan. 2022. P. 588-594.

УДК 630.96

АЛГОРИТМ ПЕРЕВІРКИ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ НА УНІМОДАЛЬНІСТЬ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ ВІДНОВЛЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ МАШИН ДЛЯ ЛІСОТЕХНІЧНИХ РОБІТ

Л. Л. ТІТОВА, кандидат технічних наук, доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: l_titova@nubip.edu.ua

Актуальність дослідження та розробки науково обґрунтованої сервісної моделі організації управління відновленням працездатності машин для лісотехнічних робіт визначається низкою об'єктивних та суб'єктивних факторів: реформа транспорту [1], перехід на економічні методи управління [2], створення сервісної системи відновлення працездатності з відмовою від бюджетної системи фінансування технічного обслуговування і ремонту [3], перехід на контракт життєвого циклу при технічному обслуговування і ремонту низька надійність машин для лісотехнічних робіт та старіння парку [4], суттєві втрати через організаційні та логістичні причини організації технічного обслуговування і ремонту [5].

У тезисах використані класичні методи статистичного аналізу із застосуванням відомих математичних методів ймовірно-статистичного аналізу.

Головний принцип, покладений основою дослідження, це перевірка достовірності вихідного матеріалу з його унімодальності (рисунок 1). У наукових дослідженнях відновлення працездатності показано, що існуюча система аналізу роботи автомобільного парку лісових господарств України часто користується статистично недостовірною інформацією. У науковій літературі проблема часто позначається популярною фразою – середня температура по лікарні, коли бімодальні і навіть мультимодальні дані розглядаються як єдина вибірка, а в результаті виходить результат, що не має фізичної інтерпретації або спотворює об'єктивну ситуацію.

Прикладом може бути середній час простою машин для лісотехнічних робіт на ремонті [6]: так як ремонт може виконуватися в різному обсязі (ТО-2, ТО-3, ремонт), то й простий суттєво змінюється. У цьому випадку поняття «середній простий» при правильності математичних дій не застосовується в інженерній діяльності та науковому аналізі, можливі помилкові висновки. Наприклад, про можливість наявності часу проведення оздоровчих заходів під час заходу машини для лісотехнічних робіт на станціях автопарку лісових господарств.

Невідповідність закону розподілу випадкової величини потребує зміни правил формування вихідної вибірки або відмови від застосування цього параметра як ремонт.

Аналіз унімодальності вибірки даних слід починати з обчислення базових статистичних показників: математичне очікування m_x випадкової величини x_i (сформованої за певними правилами вибірки в об'ємі N) даних і середньоквадратичне відхилення σ_x за відомими формулами [3]:

$$m_x = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \quad (1)$$

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - m_x)^2} \quad (2)$$

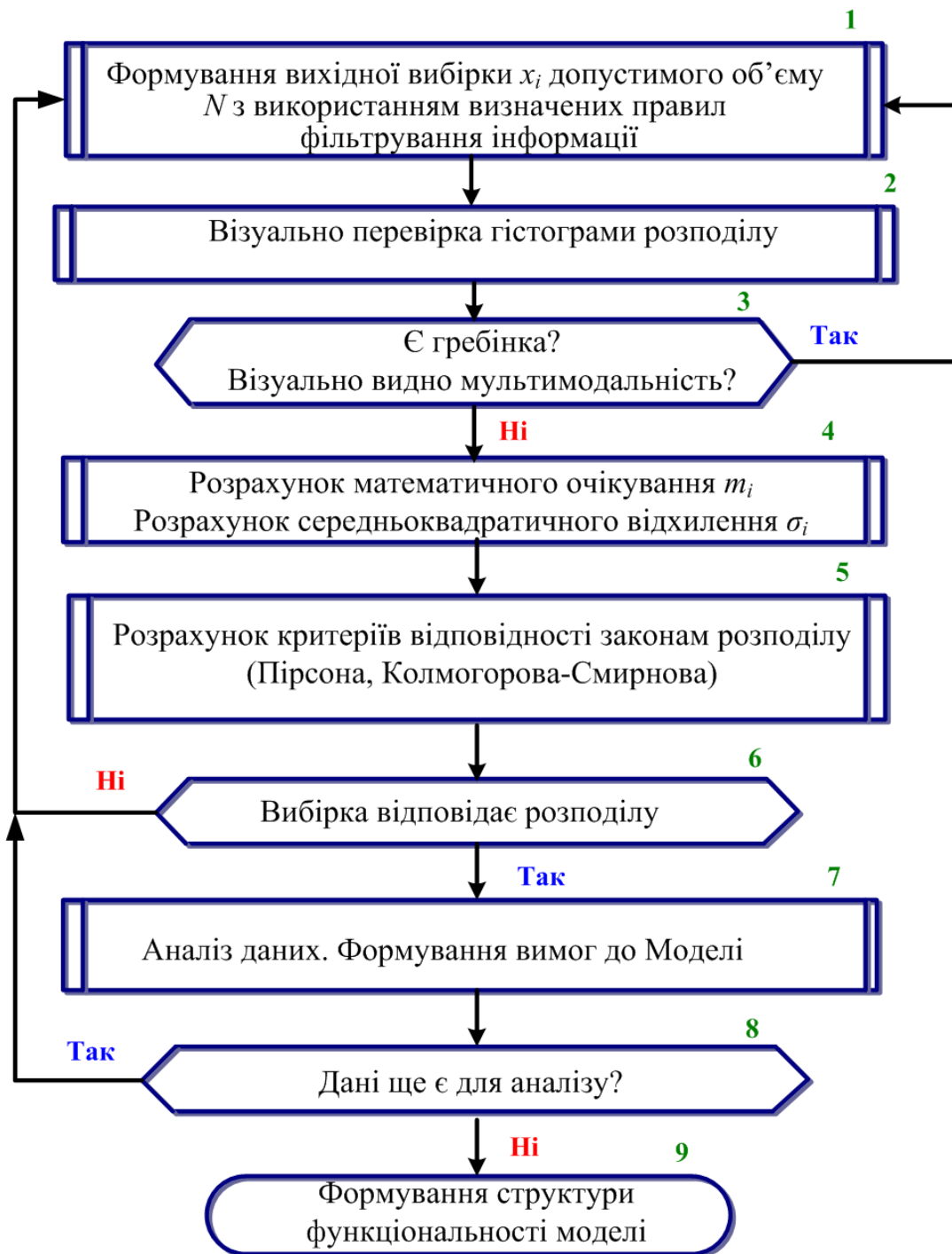


Рис. 1. Алгоритм перевірки статистичних даних на унімодальність

Після формування сукупності контрольованих унімодальних параметрів слід виконати аналіз їх взаємного впливу задля досягнення таких цілей: перевірка незалежності вибраних параметрів, виявлення закономірностей між параметрами, визначення порядку використання параметрів моделі.

З розрахованих даних втрат випливає: 40,3% втрат пов'язано з простоем в очікуванні планово-попереджувального технічного обслуговування і ремонту машин для лісотехнічних робіт (з очікуванням відправки на відновлення працездатності машини для лісотехнічних робіт), планово-попереджувальні технічне обслуговування і ремонт складають у втрат 32,5%. Найбільші втрати з усіх видів технічного обслуговування і ремонту припадає на ТО-2 (9,5%), непланові ремонти разом з очікуванням непланові ремонти та очікуванням пересилки становлять 25,2 % у втратах (пов'язані з низькою надійністю машин для лісотехнічних робіт).

Аналіз показав, що цих параметрів недостатньо для сервісної системи відновлення працездатності, так як вони відбивають лише зовнішні стосовно сервісу показники надійності. Значна кількість відмов чи передвідмовних станів усувається як при неплановому заході машини для лісотехнічних робіт пункті відновлення працездатності, а й під час виконання планово-попереджувальних робіт.

Список використаних джерел

1. Тітова Л. Л., Роговський І. Л. Методи технічного обслуговування лісових машин. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Харків. 2014. Вип. 155. С. 132-137.
2. Тітова Л. Л., Роговський І. Л. Обґрунтування технічних заходів підтримання працездатності машин для лісотехнічних робіт. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Харків. 2015. Вип. 160. С. 189-195.
3. Nazarenko I., Dedov O., Bernyk I., Rogovskii I., Bondarenko A., Zapryvoda A., Titova L. 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. doi: 10.15587/1729-4061.2020.217747.
4. Zagurskiy O., Rogach S., Titova L., Rogovskii I., Pokusa T. «Green» supply chain as a path to sustainable development. Mechanisms of stimulation of socio-economic development of regions in conditions of transformation. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole. 2019. P. 199-213.
5. Hrynkyv 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(105). P. 19-29.

6. Rogovskii I., Titova L., Novitskii A., Rebenko V. Research of vibroacoustic diagnostics of fuel system of engines of combine harvesters. Engineering for Rural Development. 2019. Vol. 18. P. 291-298.

УДК 658.511

РЕЖИМНІСТЬ ІНЖЕНЕРНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ РЕЄСТРАЦІЇ ЕЛЕКТРОПРОВІДНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТУ

І. М. СІВАК, кандидат технічних наук, доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: sivakim@ukr.net

За відомості про рівень родючості ґрунту сьогодні доводиться платити чималі кошти. Ціна агрохімічного обстеження з відбором проб і складанням картограм коливається від 200 до 350 грн/зразок. Але, практика показує, економити на агрохімічному обстеженні не можна, адже з його допомогою з'являється можливість раціонально спланувати мінеральне живлення і скоротити витрати на добрива. Без інформації про потреби рослин в елементах живлення, а також їх наявності в ґрунті неможливо одержувати стабільно високі урожаї. Коли застосовують малі дози добрив (найчастіше при сівбі та на операціях підживлення), цілком можна скористатися існуючими агрохімічними паспортами полів 5-7 річної давності. Але якщо в господарстві працюють за інтенсивними технологіями (більше 120 кг д.р./га), розрахунки норм внесення добрив проводять балансовими і нормативним методами, для яких вже необхідні достовірні відомості про поточний агрохімічний склад ґрунтів.

Сучасні системи для опосередкованого аналізу властивостей ґрунту. Для ефективного ведення сучасного рослинництва вкрай важливо знати динаміку зміни в часі [1] та просторі рівня [2] місцевизначених параметрів сільськогосподарського поля. Простіший спосіб вирішення такої задачі лежить в площині відбору чисельних проб ґрунту з наступним їх агрохімічним аналізом та побудовою відповідних картограм. Нажаль, як відмічено, такий підхід має той великий недолік, що його продуктивність вельми низька, а вартість достатньо висока. Саме тому в світі інтенсивно і широко ведуться наукові дослідження в напрямку пошуку можливостей отримувати достовірну інформацію про стан поля з високою продуктивністю та низькою собівартістю. Одним з таких напрямків є використання опосередкованої інформації про стан ґрунту з надійним алгоритмом перерахунку такої інформації в об'єктивно необхідні дані – наприклад, таких, як рівень поживних речовин, гумусу, вологості, мікроелементів тощо в ґрунті. Ефективними опосередкованими даними стану ґрунту можуть бути показники електричної провідності ґрунту, величина діелектричної проникності, магнітні властивості тощо. Важливим

аспектом, також, є вимірювання властивостей і встановлення складу ґрунтових газів як можливих індикаторів стану ґрунту.

Ґрунт складається з трьох фаз – твердої, рідкої і газоподібної, а також біологічної частини - ґрунтової біоти (ґрунтової флори, фауни, бактерій, грибів, мікроорганізмів тощо). Тверда фаза – це основа ґрунту, яка складається з мінеральної та органічної частин. Мінеральна речовина більшості ґрунтів складає 80-90% твердої фази, яка входила до складу материнської породи. За величиною мінеральні частинки ґрунту, або так звані механічні елементи, ділять на фракції. Під фізичними параметрами ґрунту розуміють його твердість, щільність твердої фази, щільність складення (об'ємна маса), пористість (шпаруватість), пластичність, липкість, вологість тощо. Важливе значення для виконання механізованих робіт в рослинництві має рельєф поверхні поля.

Під хімічними параметрами розуміють наявність в ґрунті поживних речовин (насамперед це азот, фосфор та калій), важких металів та інших речовин. Наприклад, кислотність ґрунту – визначає доступність елементів живлення для рослин, а значить умови росту і розвитку рослин.

Необхідно виділити, як окремий параметр, газову фазу ґрунту – це суміш газів і летких органічних сполук, які заповнюють пори ґрунту. Основними джерелами надходження повітря в ґрунт є приземний шар атмосфери і гази, які утворюються в ґрунті. Воно потрібне для дихання коренів рослин, аеробних мікроорганізмів, тваринних організмів.

Електропровідність ґрунту. Під електропровідністю ґрунту розуміють здатність ґрунту пропускати електричний струм під дією електричного поля обернено до питомого електричного опору, і виражається в одиницях мілісіменс на метр (мСм/м). Для визначення електропровідності ґрунту звичайно визначають його електроопір. Питомий опір – величина зворотна питомій провідності ґрунтів. Електронна провідність порід і мінералів (складових ґрунту) не велика – 10^{-7} - 10^{-15} См/см, і їх без особливої похибки можна віднести до діелектриків. Тому сухий ґрунт проводить струм дуже погано. Ґрунти в основному володіють іонною провідністю; електрична провідність з'являється лише при попаданні в них води завдяки розчиненню і дисоціації присутніх в ґрунті електролітів. Поверхня ґрунтових частинок "володіє" здатністю проводити електричний струм. Величина струму збільшується при зменшенні концентрації розчину в порах ґрунту, а також при зменшенні радіусу пір. У обох випадках загальна кількість іонів в об'ємі парового розчину зменшується швидше, ніж число іонів дифузного шару. При цьому частка участі поверхневих іонів в загальному перенесенні електрики через дисперсну фазу ґрунту зростає.

Електропровідність ґрунту залежить від кількох важливих факторів, серед яких потрібно відмітити: мінералогічний і гранулометричний склад, вологість, концентрація солей у ґрунтовому розчині, вмісту повітря, рівня температури, форми і розміру частинок ґрунту і їх структура. Електропровідність сильно зростає із збільшенням вмісту води до досягнення вологонасиченості ґрунту, а потім залишається порівняно постійною. Опір ґрунту нижче точки замерзання

різко зростає, тоді як при позитивних температурах він змінюється незначно. Хоча при заданій вологості опір ґрунту визначається в основному вмістом електролітів, проте вид ґрунту також має істотне значення.

Розробка механізованого процесу вимірювання ЕП та ЕМ властивостей ґрунту. На сьогоднішній день відомо, що всі нові механізовані технології в рослинництві, що розробляються, повинні відповідати умовам запровадження системи точного землеробства. Такий підхід стає ключовим до вирішення багатьох поточних проблем рослинництва. Умовами запровадження сучасних технологій є: наявність технічних можливостей для розкриття складних процесів росту і розвитку фітоценозів в конкретних умовах ґрунту; економічна доцільність відстеження змін стану ґрунту з використанням комп'ютерного контролю і управління; застосування систем з високою просторовою роздільною здатністю; використання сучасних високошвидкісних каналів телекомунікації.

Нажаль, у зв'язку з високими вимогами до надійності та об'єктивності місцевизначеної інформації, широкого розповсюдження методи вимірювання ЕП та магнітних властивостей для оцінки стану ґрунту поки що не набули, оскільки результати обстеження доводиться калібрувати, тобто зіставляти з даними, одержаними на ґрунтах з відомими властивостями. Практичне застосування безконтактних методів можливо тільки після складання архіву еталонних зразків ґрунту. Крім того ж деякі прилади мають досить велику ціну. Необхідно, також, вирішити проблему автоматизації доставки інформації від, наприклад, гамма-спектрометра при скануванні ручним варіантом до автоматизованого робочого місця (АРМ) агронома. Наприклад, якщо стоїть задача зібрати інформацію з площі у декілька тисяч гектарів, то таке завдання є досить складним та вартісним. Поки що, такі системи використовуються в основному для наукових цілей.



Рис. 1. Складові елементи мехатронної системи.

Для забезпечення високого рівня автоматизації процесів збору агробіологічних показників поля необхідно застосувати мехатронні системи.

Мехатронна система об'єднує в собі (рис. 1) електромеханічні компоненти з силовою електронікою, елементи якої управляються за допомогою мікроконтролерів, якими, у свою чергу керує ПК або інші обчислювальні пристрої. При цьому мехатронна система, не дивлячись на використання стандартних компонентів, будується як єдиний моноліт, в якому об'єднані всі частини системи воєдино без використання зайвих інтерфейсів між модулями. Зокрема, застосовуються безпосередньо вбудовані мікроконтролери, АЦП, ЦАП, інтелектуальні силові перетворювачі і тому подібне. Це зменшує масу і розміри системи, підвищує її надійність і дає деякі інші переваги. Будь-яка система, що управляє групою приводів може вважатися мехатронною.

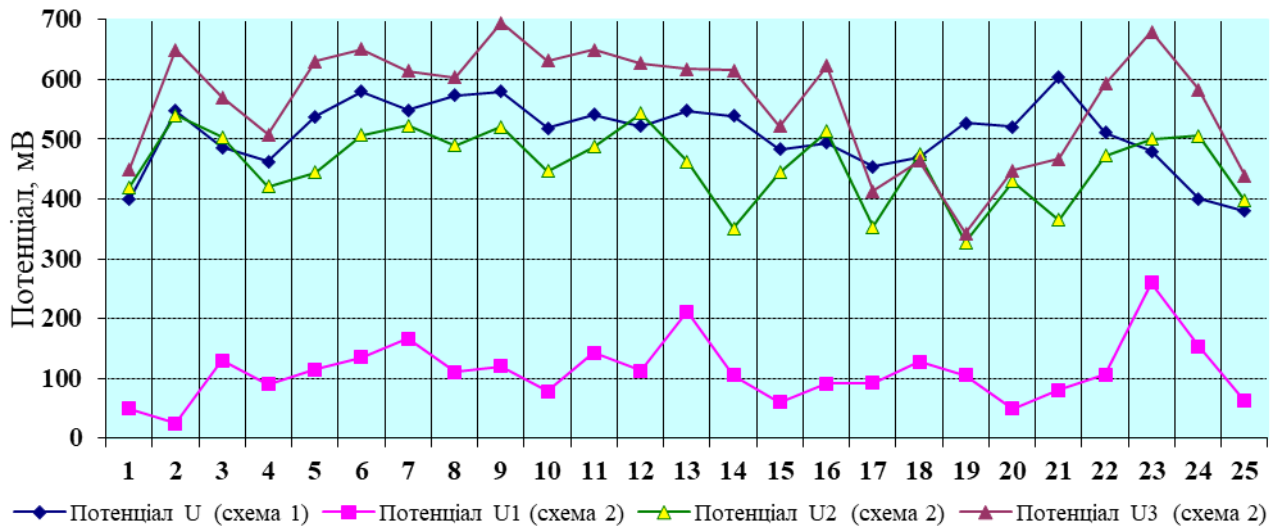


Рис. 2. Діаграма дослідження чорнозему.

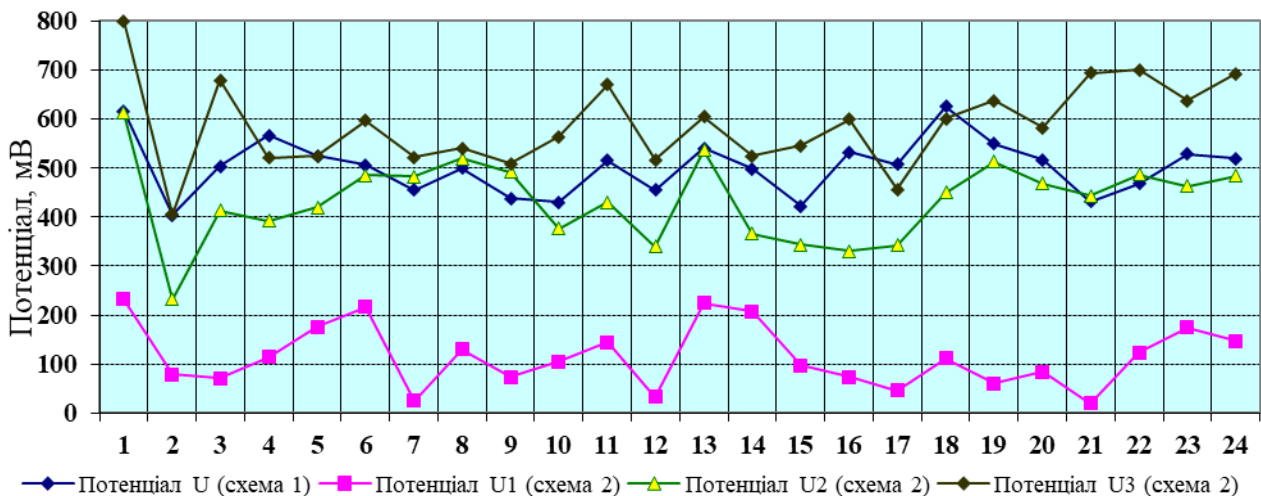


Рис. 3. Діаграма дослідження сірого лісового ґрунту.

При дослідженні чорнозему (рис. 2), результати показали зв'язок між ЕП виміряною за першою схемою U, ЕП виміряної за другою схемою на глибину

5 мм – U1, 70 мм – U2 і 150 мм – U3. Відхилення хоч і були, але одноразові, за рахунок випадкових факторів (переуцільнення, перезволоження) ґрунту.

Аналогічну картину показує експеримент на сірому лісовому ґрунті (рис. 3). Тут ми також бачимо схожість чотирьох вимірюваних значень.

Список використаних джерел

1. Sivak Ihor. Architecture and analysis of mechanisms of engineering management of multiagent system of grain harvesting. Збірник тез доповідей XXII Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки". 16–18 жовтня 2021 року. Київ. Ніжин. 2021. С. 125-127.

2. Sivak I. M. Safety of technological processes of agroengineering of plant growing. Збірник тез доповідей I Міжнародної науково-практичної конференції «OSHAgro – 2021». 30 вересня 2021 року. Київ. 2021. С. 158-160.

МЕТОДИКА ОЦІНКИ СОЦІАЛЬНО ЕКОНОМІЧНИХ ВТРАТ ВІД ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД

Ю. В. ШАТКІВСЬКА, студентка магістратури,
В. І. МЕЛЬНИК, кандидат економічних наук, доцент
Національний університет біоресурсів та природокористування України
E-mail: shatkivskajull@gmail.com

Оцінка соціально-економічних втрат від дорожньо-транспортних пригод застосовується за визначення пріоритетів для ефективного використання фінансових ресурсів під час планування проєктів з відновлення, будівництва та капітального ремонту у сфері дорожнього господарства. Безпека дорожнього руху – це комплекс та система правил, заходів і засобів, що забезпечують умови безпечного дорожнього руху, які є запорукою економічного зростання держави і суттєво впливає на розмір вантажних та пасажирських перевезень, розвиток автотранспортних підприємств та транзитний потенціал України.

Міжнародними експертами і зокрема Світового банку встановлено, що Україна внаслідок ДТП втрачає 2 % ВВП. За даними Державної служби статистики, в середньому 25 % від загальної кількості ДТП виникають з причини незадовільного стану доріг та невідповідності засобів з організації дорожнього руху до умов на конкретній ділянці дороги. Принцип оцінки втрат полягає у визначенні загальної кількості загиблих з урахуванням внутрішньо валового продукту країни.

Складність оцінки соціально-економічних втрат полягає у зборі великої кількості вихідних даних для проведення розрахунку. Дійсна методика налічує близько шістдесяти змінних, тридцяти формул, передбачає використання вимог чинного законодавства кошторисних норм за розрахунку вартості дорожніх елементів та надходження інформації з різних джерел: Державної служби

статистики України, Управління безпеки дорожнього руху, Національної поліції України, Фонду соціального страхування тощо.

Згідно з класичним методом, визначення соціально-економічних втрат від ДТП здійснюється шляхом розрахунку шести компонентів, що включають:

- медичні витрати;
- виробничі втрати: часткова втрата людиною працездатності або повне її вибуття із виробництва;
- людські витрати: нематеріальні витрати внаслідок зниження якості життя та втрачені;
- адміністративні витрати: поліція, пожежна служба, страхування, судові витрати;
- майнові збитки: пошкодження транспортних засобів, інфраструктури, вантажів та особистого майна;
- інші витрати: витрати на затори внаслідок ДТП, недоступність транспортних засобів та витрати на поховання.

Згідно зі згаданою методикою, соціально-економічних втрат від ДТП, що сталися за розрахунковий період, є величиною недоотриманого ВВП на одну працездатну особу, що загинула внаслідок дорожньої аварії. Згідно з даними Державного агентства автомобільних доріг України, станом на 2018 р. сумарні витрати від ДТП становлять близько 1,3 млн грн на одного потерпілого або 1049 грн на душу населення, або 44333 млн грн в абсолютному виразі.

У багатьох провідних країнах світу додатково враховують такий показник як Willingness to pay (WTP), що оцінює суму грошей, яку потенційна жертва аварії готова заплатити за зниження ризику виникнення ДТП. Таке дослідження проводиться шляхом опитування серед різних груп респондентів з метою визначення цінності життя, що встановлено суспільством. Згідно з даною методикою оцінюється не життя окремого індивіда, а статистичного (тобто невизначеного) життя. Однією з сильних сторін методу WTP є те, що він базується на індивідуальних пріоритетах. Це означає, що метод узгоджується з теорією економічного добробуту.

Огляди аналізу витрат і переваг застосування заходів безпеки дорожнього руху показують, що вигоди від інвестицій у безпеку дорожнього руху часто вищі, ніж витрати. Щобільше, є докази того, що кількість жертв може різко зменшитися, якщо будуть реалізовані найбільш економічно вигідні заходи.

ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНИХ ПРОЦЕСІВ У АГРОСФЕРІ ЯК СКЛАДОВА «ЗЕЛЕНОЇ» ЕКОНОМІКИ

Т. С. ЖУРАКОВСЬКА, студентка магістратури,
В. І. МЕЛЬНИК, кандидат економічних наук, доцент
Національний університет біоресурсів та природокористування України
E-mail: tanysha1720@gmail.com

Питання екології стають для суспільства більш значущими: доволі активно впроваджуються політичні, соціальні та економічні вимоги до транспортної мережі, складових ланцюга постачань аграрної продукції. Також транспортні підприємства України все більше приділяють увагу впровадженню раціональної екостратегії через мінімізацію негативного впливу на навколишнє середовище. Концепція «зеленої» економіки як складова частина стратегії сталого розвитку передбачає функціонування транспортної складової в економічній сфері з урахуванням чинника екології, через забезпечення економічного зростання та інвестування в сфері транспорту та, як наслідок, підвищенні якості транспортованої продукції і поліпшення стану навколишнього середовища.

Економіка екологічного спрямування зосереджена на оптимізації витрат в функціональних сферах логістики, впровадження нових «зелених» технологій не тільки в транспортний процес, а і власне в аграрне виробництво. Завдяки цьому забезпечується ефективне використання ресурсів, зменшуються витрати на обслуговування автопарку (за використання екологічно чистих автомобілів), здійснюється модернізація та покращується якість транспортного сполучення, ефективно переробляються, повторно використовуються або утилізуються відпрацьовані ПММ, утилізуються конструктивні елементи зношених транспортних засобів, що впливає на зменшення викидів відпрацьованих газів та інших відходів в довкілля.

Однією з вимог екологічного функціонування транспортного підприємства є екологічність автомобілів, а іншою – їх економічність. Актуальність полягає у поєднанні цих двох важливих аспектів.

Передумовою застосування екологічних технологій у аграрному ланцюзі постачання може бути відрегульована законодавча складова на рівні держави за узгодження з міжнародними екологічними стандартами, яка забезпечуватиметься системою відповідних санкцій та заборон, контролю екологічних платежів та штрафів за недотримання встановлених вимог.

Також варто зазначити активне впровадження інноваційно-інвестиційних проєктів з екологізації транспортного процесу як в цілому, так і щодо окремих його ланок, підвищення інвестиційної привабливості підприємства як фактору зростання його ринкової вартості. Основою прибутковості підприємства є оптимальність логістичних каналів. І особливо важливим у цьому контексті є прагнення до балансу між основами «зеленої» економіки та оптимізацією екологічно чистих складових у транспортному процесі, що, своєю чергою,

дозволяє зменшити логістичні витрати під час забезпечення необхідної якості логістичного сервісу в дистрибуції.

Для забезпечення ефективного функціонування автотранспортних підприємств система транспортування аграрної продукції має оцінюватись рядом показників, які передбачають визначення витрат, рівня задоволення споживачів, якості перевезення, активів і екологічності. Це дозволить підприємствам галузі транспорту бути конкурентоздатними серед інших перевізників протягом тривалого часу та досягати запланованого рівня прибутковості.

ФАКТОРИ ФОРМУВАННЯ ТДК УКРАЇНИ

К. О. КИСИЛЧІНА, студентка магістратури,
В. І. МЕЛЬНИК, кандидат економічних наук, доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування

На сьогодні транспорт здебільшого задовольняє потреби економіки та населення у перевезеннях, однак, рівень безпеки, показники якості та ефективності перевезень пасажирів та вантажів, рівень екологічного навантаження на довкілля не задовольняють сучасним вимогам.

Найбільшим забруднювачем атмосферного повітря в Україні є автомобільний транспорт, його частка становить 33,0% загального обсягу викидів, що перевищує аналогічний показник розвинених країн світу більш ніж в 1,7 рази.

Показники безпеки транспортного процесу не відповідають світовому рівню. Так, кількість загиблих в ДТП з розрахунку на 1000 автомобілів в 3-5 рази перевищує аналогічний показник в розвинених країнах. У середньому за добу в автоаваріях гинуть 20 і отримують травми 130 учасників дорожнього руху.

Залишається низьким рівень сервісного обслуговування клієнтів, наявний транзитний потенціал і вигідне географічне положення країни використовуються лише на 70-75%.

Ефективність діяльності транспортної системи та швидкість просування вантажів не відповідають сучасним вимогам. Середня швидкість руху на дорогах України у 2-3 рази нижча, ніж у західноєвропейських країнах. Як результат, частка транспортних витрат в собівартості продукції надто висока.

Переважає частина флоту, контрольованого вітчизняними судновласниками, зареєстрована в іноземних суднових реєстрах, що загрожує незалежності транспортного забезпечення зовнішньої торгівлі України.

У всіх галузях транспортного комплексу зберігається стійка тенденція старіння основних засобів, рівень зносу яких складає 50 - 65%, відмічається відставання у рівні транспортних технологій. Зі зростанням обсягів перевезень

загострилася проблема оновлення рухомого складу. Вже зараз рівень попиту на пасажирські перевезення перевищує провізні спроможності наявного парку.

Невідповідність між темпами зміни параметрів транспортної системи, проведенням інституціональних перетворень та зростанням вимог вітчизняної економіки до транспорту призведуть до відставання темпів розвитку транспортної галузі від потреб соціально-економічного розвитку країни.

На виникнення проблеми вплинув цілий ряд негативних факторів: незавершеність структурних реформ, у тому числі на залізничному, морському, міському та приміському громадському транспорті; збитковість підприємств міського та приміського пасажирського транспорту внаслідок недостатньої компенсації втрати коштів від перевезень пільгових категорій пасажирів та відсутність фінансування оновлення пасажирського рухомого складу з Державного бюджету у відповідності із Законом України „Про залізничний транспорт”; недостатнє фінансування державних програм розвитку транспорту, дорожнього господарства, нівелювання вимог та підходів до утримання різних за значенням доріг; незадовільна система містобудівництва та утримання транспортної інфраструктури у містах; загострення конкурентної боротьби за транзитні потоки в умовах наближення Європейського Союзу безпосередньо до кордонів України; несприятливий інвестиційний клімат, недостатній обсяг залучення коштів на розвиток транспорту, недосконалість механізму лізингу транспортних засобів; дискримінаційна тарифна та митна політика Росії щодо відмови від користування українськими морськими портами та залізницями, переорієнтація експортно-імпортних потоків на власні порти тощо.

Розв’язання проблем підвищення ефективності діяльності, комплексного оновлення та модернізації транспорту України можливо провадити системними методами, поєднавши комплекс заходів нормативно-правового забезпечення його діяльності, створенням сприятливого інвестиційного клімату, поєднанням бюджетних та небюджетних джерел інвестування, завершенням ряду структурних реформ на транспорті.

Секція 4 «Надійність технологічних систем у тваринництві»

УДК 637.116.2

УДОСКОНАЛЕННЯ ДІЙКОВОЇ ГУМИ ДЛЯ ДОЇННЯ ВРХ

В. С. ХМЕЛЬОВСЬКИЙ, докт. техн. наук, проф.,

М. М. ПОКИДЬКО, бакалавр

Національний університет біоресурсів і природокористування України,

E-mail: khmelovskyi@nubip.edu.ua

Найбільш доступним, корисним та цінним продуктом молочного тваринництва, у харчуванні людини, є молоко. У його складі міститься понад 100 корисних компонентів у вигляді білків, жирів, вуглеводів, мінеральних солей та вітамінів. З усіх продуктів харчування, які споживає людина, близько третини припадає на молоковмістні продукти. Механізація і автоматизація машинного доїння корів, його загальне розповсюдження, не тільки полегшило, але й значно підвищило продуктивність, і цілком змінило характер і соціальну природу праці операторів. Проте, до нині в технології виробництва молока залишаються не в повній мірі вирішеними питання механізації якісного, енергоощадного та безпечного для тварини виконання процесу доїння. Особливо це стосується точного дотримання вказаних меж виконання технологічних операцій, що забезпечують вплив на здоров'я тварин та їх продуктивність. В процесі доїння тварин, особливу увагу приділяють руху молока у піддійковій камері та взаємодії дійкової гуми з клапаном дійки в такті стиску. Основним напрямом вдосконалення доїльного обладнання, на сьогодні, є обґрунтування конструкційно-функціональних схем, які усувають негативний вплив машини на здоров'я тварини.

У роботі пропонується змінити конструкцію дійкової гуми доїльного стакана з урахуванням забезпечення повноцінного видоювання тварин, швидкого транспортування молока із піддійкової камери та усунення причини захворювання дійок гіперкератозом.

Метою роботи є підвищення ефективності процесу доїння тварин, якості отриманого молока та зниження захворюваності тварин, шляхом вдосконалення дійкової гуми.

Об'єкт дослідження – технологічний процес доїння корів.

Предмет дослідження – встановлення закономірностей впливу параметрів дійкової гуми на ефективність і якість доїння корів на фермі ВРХ.

В процесі доїння гумою круглого перерізу, в такті стиску, відбувається облягання дійки, а змикання стінок гуми - посередині, як наслідок, відбувається стискання клапана дійки, що приводить до гіперкератозу. Крім цього, при змиканні стінок круглої гуми відбувається, так званий, «зворотній рух» видоєного молока, яке крізь відкритий клапан дійки потрапляє у середину останньої.

Запропонована конструкція дійкової гуми для доїння ВРХ має у поперечному перерізі форму кола. Адже, при круглому перерізі, змикання дійкової гуми відбувається більш щільніше, в свою чергу, це дає можливість подовжити час стиску, а відповідно зменшити тривалість дії вакууму на дійку.

Дійкова гума для доїння ВРХ забезпечує змикання стінок дійкової гуми нижче клапана дійки. Така конструкція працює в режимі вентиляованої гуми, оскільки повітря подається у піддійкову камеру дійкової гуми та усуває ефект постійного охолодження стінок і «зворотного руху» молока, при його відведенні із доїльних стаканів.

Дійкова гума для доїння ВРХ (рис.1). У верхній частині дійкової гуми встановлено зовнішній впускний жиклер, який з'єднаний трубкою із нижнім жиклером, яким подається повітря у піддійкову камеру, і розміщений у потовщенні стінки дійкової гуми, яке розміщене на відстані довжини найдовшої дійки, згідно вимог до машинного доїння.

В процесі роботи у піддійковій камері створюється розріджений тиск, який спричиняє відкриття клапану дійки, крізь який молоко потрапляє у піддійкову камеру. Для транспортування молока з піддійкової камери, крізь жиклер, який розміщено у місці потовщення дійкової гуми, надходить повітря. Молоко, яке виходить із дійки, разом із повітрям, яке надходить із жиклера, транспортується по трубопроводу до місця його зберігання.

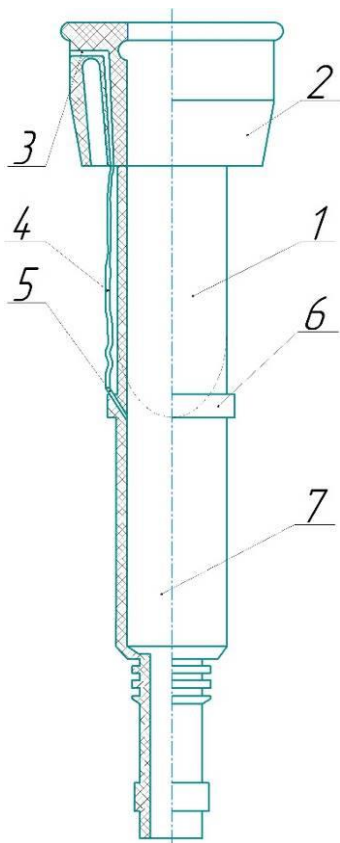


Рис. 1. Дійкова гума для доїння ВРХ:
1 – дійкова гума, 2 - верхня частина гуми, 3 - зовнішній впускний жиклер, 4 - з'єднувальна трубка, 5 - внутрішній жиклер, 6 - потовщення стінки дійкової гуми, 7 - піддійкова камера.

Висновок. Завдяки подаванню повітря у піддійкову камеру усувається ефект «зворотнього руху» видоєного молока, яке крізь відкритий клапан дійки могло б потрапляти у середину останньої та запобігає утворенню гіперкератозу.

Список використаних джерел

1. Машини та обладнання для тваринництва : посібник-практикум / І.І. Ревенко, та ін. Київ : Кондор, 2012. 564 с.
2. Проектування технологічних процесів у тваринництві : підручник /. І.І. Ревенко та ін. Київ : ТОВ «ЦП Компрінт», 2018. 289 с.

3. Луценко М., Зволейко Д. Дослідження процесу доїння корів у спеціалізованих доїльних залах. Техніка і технології АПК. 2012. № 9 (36). С. 31–34.

4. Луценко М., Зволейко Д. Ефективність використання роботизованих систем доїння. Техніка і технології АПК. 2013. № 5 (44). С. 13–15.

5. Роздоювання корів : веб-сайт. URL: <http://buklib.net/books/34166/> (дата звернення: 19.02.2022).

УДК 614.8:631.3

МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ ТРАВМАТИЗМУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ АПК

Є. І. МАРЧИШИНА, доцент, канд. с.г. наук

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: marchyshyev@gmail.com

Ризик - це кількісна оцінка небезпеки. Його визначають як добуток ймовірності негативної події на величину можливого збитку від неї. Ризик завжди передбачає ймовірний характер отримання несприятливого результату, хоча його можна описати і як ймовірність отримати результат, що відрізняється від очікуваного. Ризик включає в себе комбінацію двох основних компонентів: наслідки небажаних подій та частоту виникнення цих подій. Ризик може виступати як небезпечна умова (можливі зовнішні небезпеки середовища) або як вчинок (небезпечні дії людини).

Оцінювання ризику полягає в ідентифікації ризиків кількісно або щонайменше в порівняльному вигляді (якісно) по відношенню до будь-яких інших ризиків. Вони можуть бути комплексними і можуть включати поодинокі ризики, щоб визначити сумарне його значення.

Оцінювання ризиків є постійним процесом у структурних підрозділах підприємств АПК, що включає:

- ідентифікацію небезпек;
- аналіз небезпек;
- оцінювання ризиків;
- управління ризиками.

Оцінювання ризиків на робочих місцях здійснюють з метою встановлення пріоритетів для управління ними на підставі визначених небезпек, занесених у реєстр небезпек та оцінювання ризиків.

Загальну оцінку ризику, пов'язаного з конкретною ідентифікованою небезпекою на робочих місцях у структурних підрозділах визначають у балах за формулою: $P = I \times B \times C$, де P – величина ризику, пов'язаного з визначеною небезпекою на робочому місці; I – імовірність виникнення небезпеки; B –

важкiсть наслідків від небезпеки; Ч – частота виникнення небезпеки.

Рекомендовані шкали для оцінювання ймовірності виникнення небезпеки, важкості наслідків та частоти виникнення небезпеки наведені у таблицях 1 – 2.

Розраховані за формулою (1) значення ступеня ризику (Р) порівнюють з наведеними у таблиці 4 та визначають відповідну категорію рівня ризику.

Крім того, до категорії «неприйнятний» також відносять ризики, які незалежно від значення Р мають оцінку важкості наслідків $B \geq 7$. У випадку, коли значення ступеня ризику $P \geq 196$ балів та/або важкість наслідків $B \geq 7$, керівники структурних підрозділів зобов'язані розробити заходи щодо зниження значення ризику та затвердити їх у представника керівництва за системою управління охороною праці.

Таблиця 1. Шкала оцінювання ймовірності виникнення небезпеки (І)

Значення І (балів)	Ступінь ймовірності	Опис імовірності виникнення небезпеки
10	Високий	Були випадки у структурному підрозділі
7	Середній	Були випадки на підприємстві
4	Низький	Були випадки на інших підприємствах
1	Малоймовірно	Практично неможливо (тільки теоретично)

Таблиця 2. Шкала оцінювання важкості наслідків (В)

Значення В (балів)	Категорія наслідків	Опис важкості наслідків
10	Дуже значні	Груповий нещасний випадок, смерть 2 і більше працівників
7	Значні	Постійна втрата працездатності або профзахворювання або смерть 1 працівника
4	Серйозні	Травмування з тимчасовою втратою працездатності
1	Незначні	Перша допомога

Таблиця 3. Шкала оцінювання частоти виникнення небезпеки (Ч)

Значення Ч (балів)	Категорія частоти виникнення	Опис періодичності впливу небезпеки
10	Постійно	Значний час протягом робочого дня
7	Часто	Декілька разів на тиждень
4	Рідко	Декілька разів на місяць
1	Дуже рідко	Один раз у квартал

Відповідальність за впровадження визначених коригувальних, запобіжних дій та інших заходів покладається на керівників структурних підрозділів, діяльність яких пов'язана з конкретними оціненими ризиками, а за координацію цих дій та визначення їх результативності відповідає представник керівництва за системою управління охороною праці на рівні керування.

Таблиця 4. Бальна оцінка категорії рівня ризиків виникнення небезпеки (Р)

Оцінка ризику		Категорія рівня ризику	Можливі дії
Бальна	Якісна		
$512 \leq P$	Великий	Дуже неприйнятний (Н)	Роботу не можна розпочинати або продовжувати до моменту зменшення ризику до прийнятного рівня.
$196 \leq P < 512$	Великий	Неприйнятний (Н)	Роботу не можна виконувати до моменту зменшення ризику до прийнятного рівня. Якщо роботу розпочато і її не можна припинити необхідно використовувати засоби індивідуального захисту та/або додаткові заходи для зниження рівня ризику.
$16 \leq P < 196$	Середній	Прийнятний (П)	Здійснювати контроль за дотриманням існуючих заходів. Розробляти та впроваджувати заходи щодо зменшення рівня ризику.
$1 \leq P < 16$	Низький	Прийнятний (П)	Розробляти додаткові заходи не потрібні. Здійснювати контроль за дотриманням існуючих заходів.

Оцінка результативності проводиться після впровадження відповідних заходів. Якщо впроваджені дії та заходи стосовно певних ризиків визнаються не достатньо результативними, експертна група (постійно діюча комісія з контролю за станом охорони праці) має зробити висновок стосовно неприйнятності таких ризиків. Рішення щодо додаткового перегляду небезпек, з якими пов'язані неприйнятні ризики, або заборону відповідної діяльності приймає керівництво рівня керування за погодженням з керівництвом вищого рівня управління.

Список використаних джерел

1. Войналович О. В., Марчишина Є. І., Білько Т.О. Охорона праці у сільському господарстві. - К: Центр навчальної літератури. 2017. 691 с.

2. Войналович О. В., Марчишина Є. І., Кофто Д. Г. Безпека виробничих процесів у сільськогосподарському виробництві. К: Видавничий центр НУБіП України. 2015. 418 с.

3. Marchyshyna Y. I. Risks of injury and safe working methods of agricultural machinery operators // Програма V міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання». : Київ, НУБіП України, 22-23 лютого 2018 р. с.19.

4. Войналович О.В., Марчишина Є.І., Мотрич М.М. Охорона праці в галузі. К. Центр учбової літератури. 2020. 315 с.

УДК 631.365.22

ОСОБЛИВОСТІ ВАКУУМНОГО СУШІННЯ НАСІННЯ ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР НА ПРИКЛАДІ СОЇ

В. О. ШВИДЯ, кандидат технічних наук.

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

E-mail: Shvidia@gmail.com

У роботах [1-5] виявлено позитивний вплив вакууму на процес сушіння матеріалів, зокрема сільськогосподарських матеріалів [1, 3, 5]. При сушінні в умовах вакууму знижується ефективна температура сушіння, що зменшує ймовірність термічного травмування матеріалу, що сушиться, та зберігає його властивості. Особливо це важливо для насіння, які використовують для потреб селекції. Було також встановлено, через різну швидкість сушіння на поверхні та всередині насінини існує власне значення граничного вакууму у сушильній камері, перевищення якого призводить до появи тріщин у насінні [6]. Проте, у даній роботі описується загальний підхід до насіння сільськогосподарських культур, не враховуючи особливості певної культури. Тому для мінімізації впливу сушарки на насіння необхідно враховувати особливості культури.

Метою даної роботи було експериментальним шляхом виявити вплив вакууму на появу тріщин у насінні зернобобових культур на прикладі насіння сої.

Насіння зернобобових культур складається з оболонки, під якою розташовуються сім'ядолі, з'єднані перетинкою.

Як було показано у роботі [6], при перевищенні швидкості сушіння на поверхні насінини над швидкістю дифузії всередині насінини на її поверхні виникають тріщини. По приведеній розрахунковій формулі у роботі [6] для сої критичне значення вакууму становить 52 кПа.

Для перевірки критичного значення вакууму для зернобобових насіння сої було поміщено у вакуумну камеру, де її нагрівали до температури 33 °С і сушили при розрідженні 47 кПа та 60 кПа до кондиційної вологості (12 %).

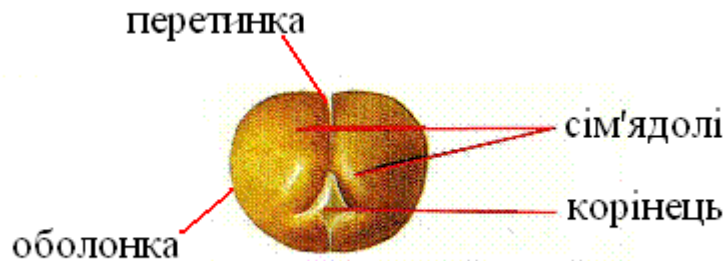


Рис. 1 Типова будова насіння зернобобових культур.

Після сушіння насіння сої оглядали на предмет появи тріщин. Результати показані на рис. 2.



Рис. 2 Зовнішній вигляд насіння сої після сушіння при значенні вакууму 60 кПа (а) та 47 кПа (б).

Як показує рис. 2, при вакууму менше 52 кПа спостерігається поява тріщин вздовж перетинки, що з'єднує сім'ядолі, а деякі насінини розділяються на дві сім'ядолі. Поява тріщин в перетинці між сім'ядолями пояснюється тим, що сама дана частина насінини має низьку міцність. Таким чином, при сушінні насіння зернобобових культур в умовах вакууму, крім температури нагріву насіння для попередження утворення тріщин, необхідно, щоб значення вакууму не було менше за 52 кПа.

Список використаних джерел

1. Установка для вакуумной сушки семян рапса. / А. Б. Насиковский // Вестник Винницкого политехнического университета. 2007. № 4. С. 136–139.
2. Кутовой В. А. Развитие научных основ энергоэффективного термовакuumного сушильного оборудования : автореф. дис. ... докт. техн. наук. Львов, 2015. 42 с.
3. Экспериментальный стенд сушки растительного сырья вакуумно-импульсным методом. / С. А. Бурцев, Т. Ф. Фатыхов // Вестник Казан. технол. ун-та. 2017. Т. 20. № 21. С. 126–128.
4. Экспериментальная установка для исследования кинетики сушки капиллярно-пористых материалов по вакуумно-импульсной технологии / Р. Р.

Гайфуллина, М. С. Курбангалеев, З. И. Зарипов, Д. А. Анашкин. // Вестник Казан. технол. ун-та. 2011. Т. 14. № 2. С. 132–137.

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

6. Особливості вакуумного сушіння насіння сільськогосподарських культур. / В. О. Швидя // Матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки». Кропивницький: ЦНТУ. 2021. С. 89-91.

УДК 636.39.034

ОБҐРУНТУВАННЯ ФОРМИ БУДІВЛІ ДЛЯ ПРОМИСЛОВОГО УТРИМАННЯ КІЗ

В. С. ХМЕЛЬОВСЬКИЙ доктор технічних наук, професор
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: khmelovskyi@nubip.edu.ua

Молочна продукція, отримана від кіз, характеризується найбільшим попитом на світовому та вітчизняному ринку серед споживачів, які мають проблеми із засвоєнням лактози. Козине молоко переважає коров'яче за вмістом жиру, білку, кальцію, вітамінів, характеризується високими смаковими якостями і підвищеними бактерицидними властивостями.

Розвиток та успішне функціонування виробництва продукції козівництва залежить від рівня забезпечення засобами механізації виробничих процесів пов'язаних із життєдіяльністю кіз. Для України, оптимальним є навантаження у 10-15 дійних кіз на гектар. Отже, для ферми на 100 голів знадобиться 10-15 га. На козиних фермах застосовують різні системи утримання. Стійлову систему практикують у районах із високою розораністю земель, при обмеженій забезпеченості господарств пасовищами. Тварин утримують у приміщеннях, а корми для них вирощують у польових сівоzmінах. На пасовища виганяють тільки козоматок для активного моціону. Козоматок, в період ягніння і вирощування приплоду, до настання теплої погоди, утримують у приміщеннях.

Приміщення для утримання кіз мають бути сухими, чистими, теплими, без протягів і добре освітлюватись. Приміщення обладнують вентиляційними пристроями, за допомогою яких регулюють мікроклімат. Взимку температуру в приміщенні підтримують на рівні 6-7 °С, а коли є малі козенята - 8-20 °С.

Аналіз різних будівельних конструкцій, в яких утримують тварин, приводить до висновку, що найбільш раціональною формою тваринницького приміщення, для утримання кіз, є коло. Форма приміщення обумовлена типом тварин та їх фізіологічними невибагливими потребами. В приміщеннях, у

вигляді кола, легко забезпечити функціонування усіх виробничих процесів, при цьому, значно зменшуються витрати матеріальних ресурсів. Аналіз круглих споруд дав можливість виявити, що найбільш привабливими є конструкції силосів з плоским дном. Діаметр силосів варіюється від 4,58 м до 32 м. Аналіз зоотехнічних вимог показав, що конструкція зерносховища за багатьма показниками може відповідати тваринницьким приміщенням. Конструкційно такі приміщення можуть забезпечити найбільш оптимальну висоту стін у 2,5-3 м. Стіни такої конструкції можуть мати утеплення, а міцнісні характеристики конструкції відповідають найвищому класу. При цьому, машини, які забезпечують виконання технологічних процесів, будуть характеризуватись мінімальним переміщенням. Так, для роздавання кормових компонентів можна використати кран-балку із змінними робочими органами, які можуть з легкістю забезпечити видалення гною із стійл. Конструкція даху з ухилом у 30° дасть можливість забезпечити на належному рівні мікроклімат у приміщенні. В приміщеннях круглої форми легко забезпечити оптимальні показники: температура $8^\circ - 20^\circ$, відносну вологість повітря 65-75 %, швидкість руху повітря 0,2-0,5 м/сек., вміст аміак $< 5 \text{ см}^3/\text{м}^3$, освітленість 20-75 %. Напування тварин здійснюється поплавковими або вакуумними напувалками. Всередині приміщення розділено на сектори (рис. 1), в яких безприв'язно утримують тварин, а з південної сторони приміщення встановлюють вхідні ворота.

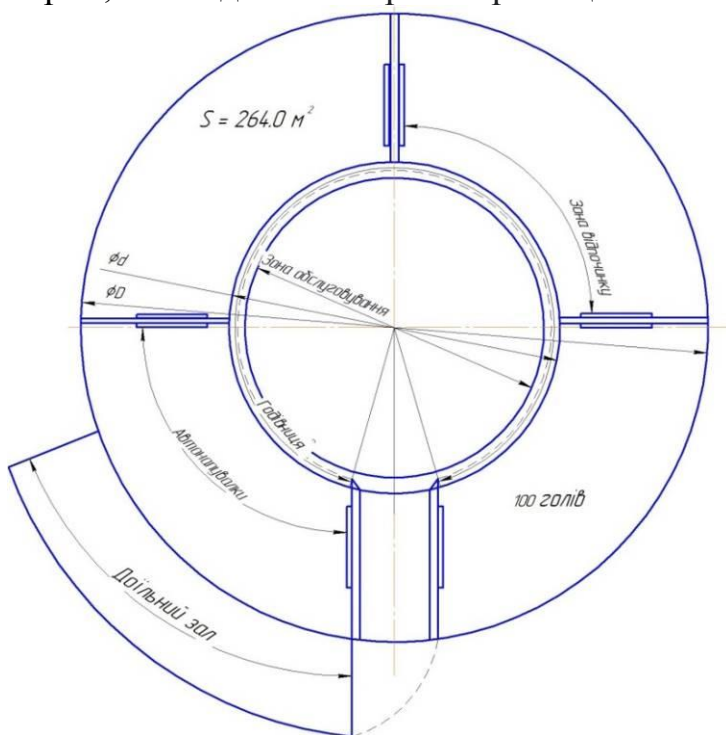


Рис. 1. Схема будівлі для утримання кіз.

За умови утримання кіз на глибокій підстилці (приблизно 0,5-1 кг/ на козу в день), можна створити зони для відпочинку та їх годівлі у кожному секторі.

По центрі приміщення розміщується добова потреба кормових компонентів. Таке рішення мінімізує витрати праці на годівлю тварин, оскільки забезпечується мінімальна відстань між годівницею та місцем тимчасового зберігання кормових компонентів.

Для прибирання гною із приміщення можна використовувати мобільні засоби механізації. Процес доїння кіз може бути реалізованим в одному із секторів або для забезпечення більш високої якості молока, в добудованому доїльному залі, з використанням паралельно-прохідних станків. Освітлення у денний період будуть забезпечувати вікна, які розміщують на висоті не менше 1,4 м. від підлоги, а у вечірній - максимально реалізується штучне освітлення. Крім цього, мікроклімат забезпечується, як за допомогою природньої так і примусової вентиляції.

Висновки.

1. Аналіз круглих споруд, дав можливість виявити, що найбільш адаптованими для утримання кіз у фермах сімейного типу є конструкції силосів з плоским дном.

2. Будівлі круглої форми можуть ефективно використовуватись для утримання 90-150 голів молочних кіз з мінімальними затратами на виконання технологічних операцій, шляхом зменшення робіт пов'язаних із транспортуванням.

Список використаних джерел

1. Сербіна В. Козівництво – перспективна галузь тваринництва України. *Тваринництво України*. 2012. № 8. С. 20–23.

2. Грищенко Н.П., Марченко І.О. Розвиток галузі козівництва України в умовах євроінтеграції. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія : Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. Київ, 2016. Вип. 236. С. 23-29.

УДК 631.34.02

ОЦІНКА ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОСТАТИЧНОГО ПОЛЯ НА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ЯЄЦЬ ЗЕРНОВОЇ МОЛІ

Г. А. ГОЛУБ, доктор технічних наук, професор

О. А. МАРУС, кандидат технічних наук, доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: gagolub@ukr.net

В Україні одним із найбільш розповсюджених ентомологічних препаратів є *Trichogramma*, природньою особливістю якої є знищення шкідників на стадії яєць. Розводять трихограму переважно на яйцях комірного шкідника зернової молі. Ефективність *Trichogramma* залежить від її якісних показників, які в свою чергу залежать від якості яєць зернової молі.

Відомі дослідження, які за допомогою технічних пристроїв впливають на якісні показники *Trichogramma*. У роботі [1] використаний пневматичний

калібратор яєць зернової молі, за допомогою якого виконували відбір крупних яєць для розведення *Trichogramma* із покращеними якісними показниками. Використання різноманітних віялок, очисників, електростатичних пристроїв для очищення яєць зернової молі в технології виробництва *Trichogramma* здійснювали досить давно [2], але результатів визначення їх впливу на якісні показники зернової молі, а в цілому і *Trichogramma* майже відсутні.

Були проведенні дослідження з визначення впливу електростатичного поля на рівень відроджених гусениць зернової молі та рівень зараження зерна ячменю гусеницею зернової молі. При проведенні таких досліджень був використаний електростатичний пристрій (електросепаратор).

Для визначення рівня відродження гусениць зернової молі із яєць бралася дві партії зерна ячменю по 100 кг. Зерно розсипалося в лотки, які встановлювалися на стелажі. Перед нанесенням яєць зернової молі на зерно, в дослідній та контрольній частині лотків із зерном, на одному із лотків на поверхні зерна розміщувався папір розміром 5 на 5 см. На дослідну частину лотків із зерном було нанесено 150 г яєць зернової молі, які пройшли електростатичну обробку. Інша частина лотків із зерном була використана для зараження яйцями зернової молі в кількості 150 г яєць зернової молі, які не піддавалися електростатичній обробці (контроль). Нанесення яєць зернової молі на зерно виконувалося таким чином, щоб на поверхню паперу розміром 5 на 5 см на одному із лотків в дослідній та контрольній частині лотків із зерном припадало приблизно 0,5 г яєць зернової молі.

Після завершення зараження зерна визначався рівень відродження гусениць із яєць зернової молі. Для цього, із контрольної та експериментальної партії зерна забирався папір розміром 5 на 5 см із яйцями зернової молі. Ці яйця зернової молі рівномірно розподілялися на 10 окремих секторів. За допомогою мікроскопа MBS-10 у кожному секторі підраховувалася загальна кількість яєць зернової молі та кількість яєць із яких відродилась гусениця. Рівень відродження гусениць із яєць зернової молі визначався як відношення кількості яєць із яких відродилась гусениця до загальної кількості яєць зернової молі у відсотках.

Встановлено, що рівень відродження гусениць із яєць зернової молі, оброблених електростатичним полем, становив 91%, а для контрольного зразка він склав 93% (рис.). Дані досліджень показали наявність незначного впливу електростатичного поля на зародки яєць зернової молі. Найбільш ймовірно вплив електростатичного поля відбувся на слабкі зародки яєць зернової молі (недорозвинуті зародки та зародки, які були сформовані в деформованих яйцях), що і призвело до відхилень у відродженні гусениць. Тому можна припустити, що дану операцію можна використовувати як спосіб часткового вибраковування неякісних яєць зернової молі.

Результати досліджень показали, що рівень зараження зерна гусеницею зернової молі, що були отримані з яєць зернової молі, які пройшли обробку електростатичним полем, становив 93%, а для контрольного зразка він склав 95% (рис.). Цей результат корелює із попереднім результатом щодо відроджен-

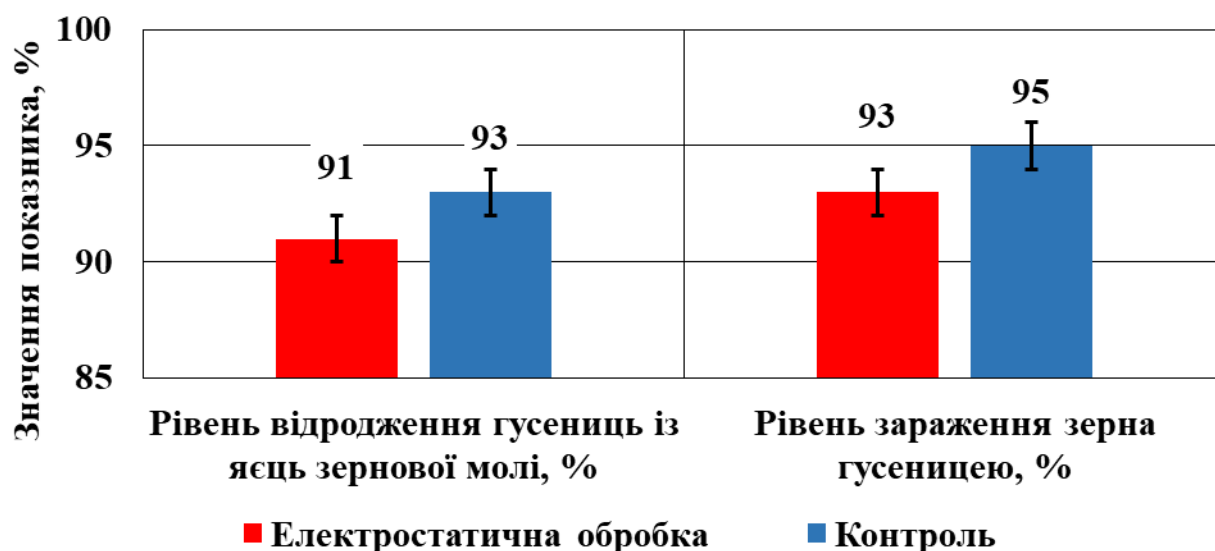


Рис. Результати досліджень впливу електростатичного поля на якісні показники зернової молі

ня гусениць із яєць зернової молі. Менший рівень відродження гусениць із яєць зернової молі, оброблених електростатичним полем обумовив зниження рівня зараження зерна гусеницею зернової молі.

Список використаних джерел

1. Golub G., Marus O., Chuba V. Parameters of pneumatic calibrator of grain moth eggs for Trichogramma production. Scientia agriculturae bohemia, vol. 50 (2), 2019, pp. 117–126.
2. Пукинская Г.А., Гусев Г.В. Биологическая оценка элементов технологии массового разведения зерновой моли (*Sitotroga cerealella* ol.). Труды Всесоюзного научно-исследовательского института защиты растений. Ленинград, №. 4, 1975, – с. 48–55.

УДК 621.521

ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ВАКУУМНИХ НАСОСІВ ДОЇЛЬНИХ УСТАНОВОК

А. К. АВТУХОВ д. т. н, доцент, *ДБТУ, г.Харьков*
E-mail: a.k.fvtukhov@gmail.com

Важливим фактором при підвищенні ефективності роботи доїльних машин та технології доїння загалом є підтримання постійного вакуумного режиму у технологічних лініях доїльних установок різних модифікацій [1,2].

При велику різноманітність конструктивно-технологічних схем вакуумних установок [3] найбільш перспективними та поширеними при машинному доїнні корів є установки на базі ротаційних вакуумних насосів.

Серійні вакуумні установки, що випускаються на базі ротаційних вакуумних насосів хоч і переважають у ряді показників над установками на базі водокільцевих та плунжерних вакуумних насосів, але мають ряд істотних недоліків.

До недоліків вакуумних установок ротаційних вакуумних насосів, що випускаються на базі, можна віднести такі показники: порівняно низький механічний ККД; підвищену чутливість до порушення нормальних зазорів у поєднаннях деталей; недостатнє змащування сполучених поверхонь; знос пластин та вкладишів через нагрівання та тертя.

З метою усунення зазначених недоліків вакуумних установок виникає необхідність виконання робіт з обґрунтування найбільш перспективних та раціональних конструктивно-технологічних схем насосів, стосовно насосних станцій сучасних доїльних установок; виявлення оптимальних параметрів та режимів робіт вакуумних насосів; встановлення основних теоретичних залежностей для визначення режимних та конструктивних параметрів вакуумних насосів.

Визначення названих показників дозволить створити вакуумні насоси з оптимальними конструктивними параметрами, що дозволить суттєво збільшити ресурс вакуумних насосів та знизити витрати на виробництво продукції тваринництва.

Список використаних джерел

1. Механізація доїння і первинної обробки молока: Підручник для здобувачів вищої освіти / О. Г. Скляр, Н. І. Болтянська., Р. В. Скляр, І. Ю. Маніта – К.: Видавничий дім «Кондор», 2021. – 401 с., іл.
2. Шведик М.С. Механізація тваринництва. Конспект лекцій.-Луцьк: Луцький НТУ, 2015.- 136с.
3. Машина, обладнання та їх використання в тваринництві: підручник для здобувачів ступеня вищої освіти закладів вищої освіти / Р. В. Скляр, О. Г. Скляр, Н. І. Болтянська, Д. О. Мілько, Б. В. Болтянський. – К.: Видавничий дім «Кондор», 2019. – 608 с., іл

УДК 531.32

КОНСТРУКЦІЙНІ ОСОБЛИВОСТІ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ЦИЛІНДРИЧНОГО РЕАКТОРА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОГАЗУ

Г. А. ГОЛУБ, доктор технічних наук, професор

О. А. МАРУС, кандидат технічних наук, доцент

Т. В. ГОЛУБ, магістр

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: marus_o@ukr.net

Потенціал відновлюваної біомаси в аграрному виробництві достатньо високий, а тому створення установок для виробництва біогазу дозволить стати на шлях енергетичної автономності аграрного виробництва. Виробництво біогазу з органічної біомаси дозволить отримати органічні добрива, використання яких покращує якісні показники продукції.

Під час виробництва біогазу основною вимогою до біогазових реакторів є якісне перемішування біомаси, оскільки це впливає на інтенсивність процесу ферментації та вихід біогазу.

Для твердофазної ферментації нами був розроблений горизонтальний циліндричний реактор для виробництва біогазу (рис.). Він працює наступним чином: підготовлений до зброджування гній чи пташиний послід вологістю 92 – 94% та відповідною температурою потрапляє через бункер 14 для завантаження органічної маси до патрубку 3 для підводу органічної маси. За допомогою гвинтового транспортера 10 по жолобу 11 через патрубок 3 органічна маса потрапляє у паралельні камери зброджування 6 та 7 циліндричного реактора 2. Органічна маса під час зброджування проходить камери зброджування 6 та 7, а потім через патрубок 4 для відводу органічної маси за допомогою гвинтового транспортера 10 по жолобу 11 надходить у вивантажувальну камеру 8, а через вивантажувальний отвір 12 потрапляє до патрубку 13 для відводу органічної маси та видаляється з метантенку. Під дією анаеробних мікроорганізмів без доступу повітря проходить біохімічне зброджування органічної біомаси з виділенням біогазу, який під час повертання циліндричного реактора 2, відводиться через патрубок для відводу 4 органічної маси і також надходить у вивантажувальну камеру 8 звідки через патрубок 9 для відводу біогазу направляється в газгольдер (не показаний) де накопичується для послідуочого спалювання та використання в якості пального для двигуна внутрішнього згорання.

У період проходження анаеробного зброджування циліндричний реактор 2 за допомогою зовнішнього приводу (не показаний), обертається навколо своєї геометричної осі, забезпечуючи недопущення розшарування органічної маси на фракції внаслідок дії гравітаційної сили. Крім того, під час обертання циліндричного реактора 2, встановлені у камерах зброджування 6 та 7 лопатки 5 забезпечують перемішування зброджуваної маси під час її проходження через

камери зброджування 6 та 7, а також пересування збродженої біомаси з днища циліндричного реактора 2 до жолоба 11 для видалення її з метантенка.

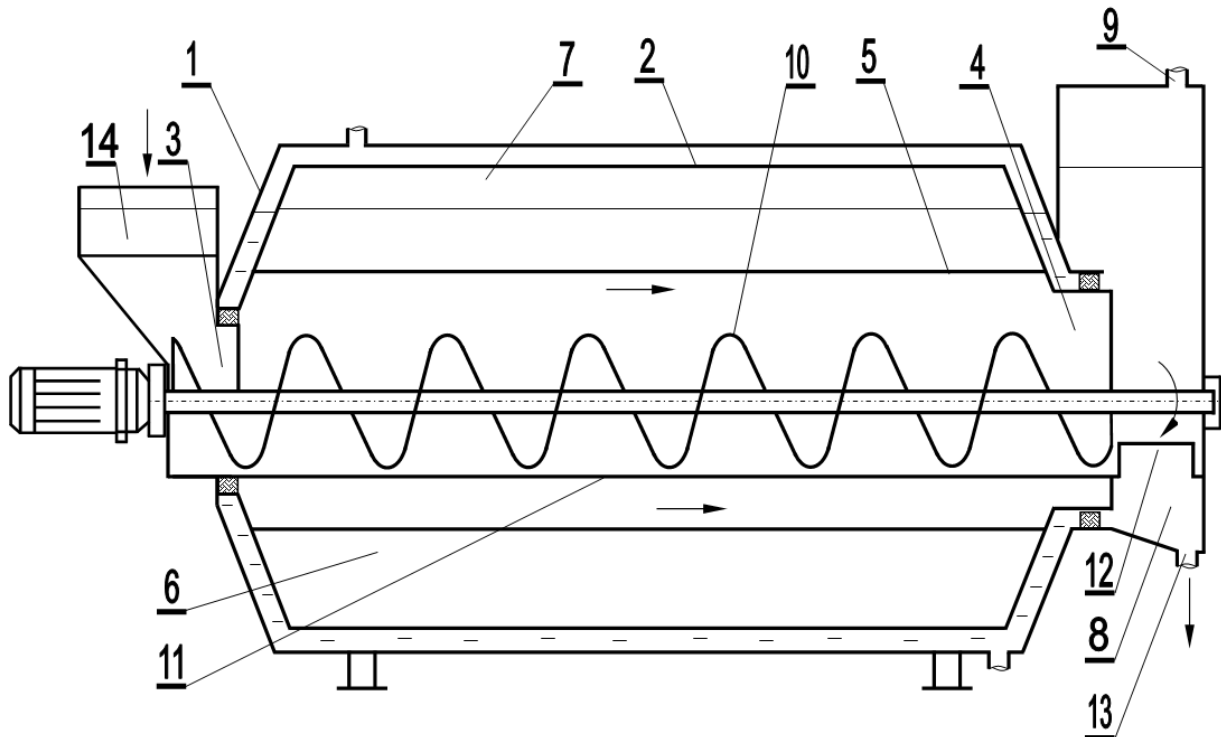


Рис. Горизонтальний циліндричний реактор для виробництва біогазу

Перевага такого реактора полягає в тому, що в циліндричному реакторі встановлено гвинтовий транспортер суміщений із віссю обертання циліндричного реактора, це дозволяє забезпечувати, при обертанні циліндричного реактора рівномірне розподілення органічної маси по реактору та переміщення її у вивантажувальну камеру для виведення відпрацьованої органічної маси з реактора. Також необхідно відмітити, що при обертанні реактора по закріплених до корпусу лопатках органічна маса піднімається з днища реактора і надходить до жолоба і за допомогою гвинтового транспортера перероблена органічна маса переміщується у вивантажувальну камеру.

Отже, горизонтальний циліндричний реактор для виробництва біогазу забезпечує під час роботи порційно-послідовне проходження зброджуваної маси та недопущення розшарування органічної маси на фракції внаслідок дії гравітаційної сили завдяки обертанню циліндричного реактора навколо своєї геометричної осі та додаткове перемішування зброджуваної маси за допомогою гвинтового транспортера під час проходження через камери зброджування, що дозволяє покращити питомі енергетичні показники процесу зброджування, якість біогазу та забезпечити ефективне вивантаження збродженої біомаси із циліндричного реактора.

УДК 631.365.22

ОГЛЯД СУШАРОК ДЛЯ ЩАДНОГО СУШІННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАТЕРІАЛІВ

В. О. ШВИДЯ, кандидат технічних наук,

О. О. КОНОВАЛ,

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

E-mail: Shvidia@gmail.com

Сушіння сільськогосподарських матеріалів є важливою технологічною операцією в сільськогосподарському виробництві, тому що забезпечує їх тривале збереження споживчих та технологічних властивостей. Основною задачею сушіння є зменшення вологості у сільськогосподарських матеріалах. Тому для випаровування вологи при сушінні необхідно витратити теплову енергію. В зв'язку з цим у технічних засобах для сушіння — сушарках, завжди є джерело теплової енергії. При інтенсивній чи тривалій дії джерела теплової енергії на сільськогосподарські матеріали відбувається зміна кількісного стану сухої речовини та денатурація білків, що входять до їх складу. Це негативно впливає на споживчі та технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів. Одним із шляхів вирішення даної проблеми є застосування вакууму під час сушіння [1-5]. Для цього ринок України та Світу пропонує вакуумні сушарки різноманітних конструкцій. Проте, виробничнику не завжди вдається вибрати необхідну вакуумну сушарку. Тому актуальним є питання рекомендацій для вибору вакуумної сушарки для тих чи інших потреб.

Метою даної роботи огляд сушарок для щадного сушіння сільськогосподарських матеріалів для розроблення рекомендацій виробничнику.

Найбільш прості за конструкцією сушарки з нерухомим шаром матеріалу (див. рис. а), що висушується, являються вакуумні сушильні шафи циліндричної або прямокутної форми, що обігріваються паром, і в рідкісних випадках гарячою водою, з барометричними або поверхневими конденсаторами або з вологоповітряними насосами. Проте, вони призначені для сушіння малих партій матеріалу та потребують великих витрат ручної праці для завантаження та вивантаження матеріалу. У лопатевих вакуумних сушарках (див. рис. б) всередині сушильної камери циліндричної форми обертається вал з лопатями, завдяки яким відбувається інтенсивне перемішування матеріалу.

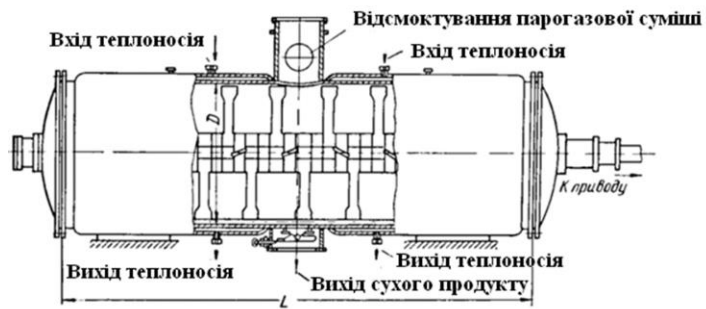
Проте, дану сушарку можна рекомендувати лише для сушіння ефіроолійних трав та інших матеріалів, для яких не критичне пошкодження. У всіх інших випадках через ймовірність пошкодження лопатями застосовувати не рекомендується. Тарілчаста вакуумна сушарка (див. рис. в) перемішує матеріал при обертанні тарілки. Даний вид сушарок не забезпечує високу продуктивність, тому використовується для невеликих партій. Для вакуумного



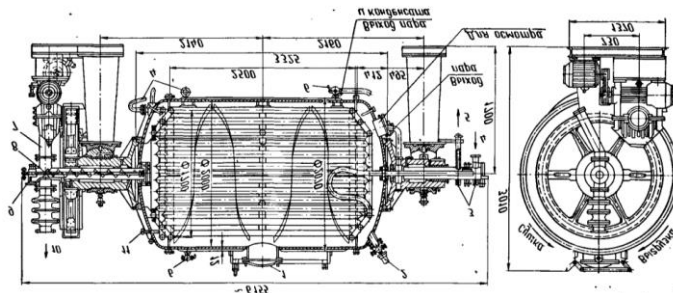
а



в



б



г

Рисунок Загальний вигляд вакуумних сушарок
сільськогосподарських матеріалів:

а – сушильний шкаф; б – лопатева сушарка; в – тарілчата; г – барабанна

сушіння великих партій сільськогосподарських матеріалів доцільно застосовувати барабанні вакуумні сушарки. Конструкція даних сушарок передбачає обертання барабана, всередині якого створюється вакуум. За рахунок руху по внутрішнім стінкам барабану, які нагріті до певної температури, відбувається інтенсивне перемішування матеріалу. Через складну конструкцію, а у зв'язки з цим і важкістю ущільнення, конструкція даних сушарок є досить дорогою.

Таким чином, вибір тої чи іншої вакуумної сушарки залежить від кількості сільськогосподарського матеріалу, який необхідно висушити. Для невеликих партій краще використовувати сушильні шафи, а для великих — вакуумні барабанні сушарки.

Список використаних джерел

1. Установка для вакуумной сушки семян рапса. / А. Б. Насиковский // Вестник Винницкого политехнического университета. 2007. № 4. С. 136–139.
2. Кутовой В. А. Развитие научных основ энергоэффективного термовакuumного сушильного оборудования : автореф. дис. ... докт. техн. наук. Львов, 2015. 42 с.

3. Экспериментальный стенд сушки растительного сырья вакуумно-импульсным методом. / С. А. Бурцев, Т. Ф. Фатыхов // Вестник Казан. технол. ун-та. 2017. Т. 20. № 21. С. 126–128.

4. Экспериментальная установка для исследования кинетики сушки капиллярно-пористых материалов по вакуумно-импульсной технологии / Р. Р. Гайфуллина, М. С. Курбангалеев, З. И. Зарипов, Д. А. Анашкин. // Вестник Казан. технол. ун-та. 2011. Т. 14. № 2. С. 132–137.

5. Experimental study of vacuum drying seeds of grain crops. / V. Adamchuk, V. Shvidia. // Mechanization in agriculture & conversing of the resources. 2018.

УДК 631.3

РОБОТИЗОВАНІ ЗАСОБИ ДЛЯ ПІДГОРТАННЯ КОРМІВ НА ФЕРМАХ ВРХ

С. Є. ПОТАПОВА, к.т.н.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Технологічний процес роздавання кормів виконується за наступним алгоритмом: завантаження кормів в кормороздавач - доставка їх до місць згодовування - транспортування вздовж фронту годівлі - дозована видача - очищення залишків корму. Однак в процесі згодовування тварини нерівномірно поїдають корми, утворюються «лунки» на кормовому столі, що є порушенням технології годівлі та в результаті чого корови не можуть дотягнутися до нової порції корму.

За зниженням нерівномірності поїдання і підштовхуванням корму на кормовому столі повинен стежити скотар, проте якість його роботи не завжди можна проконтролювати. Особливо проблема дотримання виробничої дисципліни загострилася в умовах дефіциту робочої сили на с.г. підприємствах. З цієї причини з метою зниження трудомісткості необхідно підвищувати рівень механізації і автоматизації виробництва, а в найбільш трудомістких процесах використовувати робототехніку, що дозволить знизити витрати праці на обслуговування однієї голови.

Робот-підгортач кормів являє собою мобільну автономну систему, яка автоматично переміщається по кормовому проходу вздовж огорожі біля кормового столу. Призначення робота-підгортача полягає в періодичному зрушуванні кормів до кормової решітки з одночасним перемішуванням для забезпечення їх однорідності.

Розрізняють роботів за механізмом підгортання - це може обертовий корпус як у моделей Lely Juno, GEA FRone, JOZ Moov (Рис. 1)

Перевага таких машин - проста та компактна конструкція. Недоліком є те, що корм з часом може стискатися і спресовуватися.



а



б

Рисунок 1 - Роботи підгортачі-кормів з обертовим корпусом: а) GEA FRone, б) Lely Juno.

Інший варіант - шнековий механізм, який забезпечує кращу аерацію кормів. Прикладом може слугувати DeLaval OptiDuo або BUTLER GOLD (Рис. 2). Як недолік таких машин можна відмітити те, що аерація в спеку може призводити до підсушування корму. Істотно на втраті поживності це не позначається, але занадто сухий корм корови можуть споживати гірше.



а



б

Рисунок 2 - Шнекові роботи-підгортачі: а) DeLaval OptiDuo, б) BUTLER GOLD

Як правило, кожен такий робот - це колісний візок з електроприводом, що працює від акумулятора. Робот-підгортач самостійно підгортає корм тваринам 8-12 разів на добу (число виїздів на маршрут може бути і більшим). Початковою точкою маршруту робота є зарядна станція, яка монтується, як правило, на відповідному для цього місці кормового столу, або біля стіни корівника. Підгортач є автономною машиною, що може використовуватися в корівниках практично будь-якого типу. Переміщається і орієнтується в просторі робот за різними маршрутами за допомогою гіроскопа і ультразвуку, пройдену відстань визначає за допомогою сенсорів на задніх колесах та

індуктивного сенсора. По закінченні циклу робот автоматично відправляється на підзарядку.

Маршрути, кількість яких може досягати шістнадцяти, програмується за допомогою пульта керування. Важливе значення при використанні робота має безпека, тому підгортач кормів оснащений детектором запобігання зіткнень. При розпізнаванні перешкоди він негайно припиняє рух.

Застосування працезберігаючих інновацій на основі робототехніки істотно збільшує питому вартість капітальних витрат. Тому необхідно визначити основні переваги використання робота-підгортача кормів.

1. Робот-підгортач працює згідно до заданої програми, здійснюючи задану кількість рейсів на протязі доби. Як правило, після кожного рейсу робота, корови починають підніматися і підходити до кормового столу, тим самим стимулюється поїдання тваринами корму. Постійна наявність корму стимулює пересування корів і підвищує споживання корму (до + 3,5%), особливо вночі. Збільшення споживання корму сприяє зростанню продуктивності.

2. Поліпшення самопочуття тварин в результаті інтенсивнішого моціону. Корм, що підгортається до корів протягом всього дня, стимулює корів рухатися.

3. Рівномірна якість корму протягом доби. Робот-підгортач постійно підгортає корм до огорожі кормового столу. Таким чином, у корів немає можливості вибірково поїдати корм.

4. Зменшення конкуренції між коровами. Завдяки регулярній роботі підгортача, більш слабким коровам теж доступні свіжі корми, після того, як домінуючі корови закінчили годівлю.

5. Зниження трудомісткості і збільшення гнучкості зайнятості, оскільки вивільняється робоча сила для використання в інших процесах на фермі.

6. Мінімальне енергоспоживання та забруднення повітря - робот ефективно використовує енергію і позитивно впливає на скорочення викиду вуглекислого газу.

Таким чином, застосування робота-підгортача кормів має ряд незаперечних переваг і в перспективі кількість таких машин має збільшуватись, оскільки очікується збільшення застосування працезберігаючої робототехніки, враховуючи кадрові ризики та прогнозоване зниження чисельності сільського населення та збільшення дефіциту працівників у сільському господарстві.

УДК 631.363.2

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ КОМБІНОВАНОГО АГРЕГАТУ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ ТА РОЗДАВАННЯ КОРМОСУМІШІ НА КОЗИНІЙ ФЕРМІ

О. О. ЗАБОЛОТЬКО, к.т.н., доцент

І. А. ТРЕМБОВЕЦЬКА, студентка магістратури

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: zabolotko@nubip.edu.ua

З року в рік у світі зростає споживання молочних продуктів, виготовлених із козиного молока. Традиційно їх використовують для людей похилого віку, хворих, немовлят і дітей, які мають алергію на коров'яче молоко. До того ж, козине молоко поживне, ніж коров'яче.

В Україні нині нема потужних ферм, цей сектор сільського господарства потужно розвивається. Продуктивність кіз коливається в межах 2,7 до 7 кг. молока на добу від кози. Козині ферми вперше чергу треба забезпечити високопродуктивним поголів'ям. В Україні сім племінних репродукторів у галузі козівництва [1]: три по зааненській породі («Козий двір», «Золота коза», «Тетяна 2011»), три по альпійській породі («Тетяна 2011», «Лісова коза», «Добра корівка»), один по англо-нубійській породі («Камадхену англо-нубійські кози»).

Одним, з головним фактором успішного козівництва – це якісні збалансовані корма та кормосуміші. В залежності від якості землі й напрямку виробництва — традиційне чи органічне, на утримання кіз можна планувати від 10 – 23 дійних кіз на гектар для власного виробництва зернових, сіна й соломи.

У Європі кіз утримують на виробничих майданчиках, які можуть займати 0,5 га, де кіз утримують в загонах (боксах) за стійловою системою утримання. Коли тварин утримувати в стійлах, вони дають більше молока та комфортно витримують до п'яти лактацій у стійлі.

Особливістю розміщення кормового столу (годівниці) до місця відпочинку, місце для відпочинку має бути на 70 см нижче кормового столу.

Основні системи годівлі — групова чи індивідуальна. Є кілька різновидів групової годівлі в залежності від системи утримання. Комбінована – це коли кози впродовж дня пасуться, а надвечір вертаються у стійло, де отримують комбікорм та воду. Стійлова – кози постійно перебувають у стійлах (див. рис.), комбікорм їм згодуюють через спеціальні кормовагони, а сіно – з кормового столу, або – роздача готової збалансованої кормосуміші міксером з горизонтальними робочими органами.

Для індивідуальної годівлі використовують спеціальні автоматизовані кормові станції, обладнані зчитувальними пристроями для ідентифікації тварини і роздачі порцій комбікорму залежно від потреби, надою та ін. показників за програмою «керуванням стадом».

Кози можуть їсти різні види кормів, зокрема силос та сінаж. Разом з тим, якщо з козиного молока виготовлятимуть сир, кислі корми використовувати неможна. Якщо молоко перероблятимуть на сухе чи продаватимуть як питне, можна комбінувати всі корми.

Продуктивність кіз прямо пов'язана з збалансованим харчуванням.



Рисунок – Стійлове утримання кіз

Основною причиною низької на 45–55% реалізації генетичного потенціалу тварин є недостатнє забезпечення їх повноцінними кормами [2].

Раціон молочних кіз залежно від фізіологічного стану (кітність, лактація) тварин. Так, у другій половині кітності у структурі раціону грубі корми займають, за нормами 35–45 %, соковиті –30–40 %, з яких 47–74 % становив силос кукурудзяний. На частку концентрованих кормів припадає – 15–20 %.

Комплексна механізація приготування та роздавання кормів доцільна при впровадженні на великих спеціалізованих – тваринницьких комплексах [3]. Сучасна технологія, техніка та організація роботи комплексу повинна бути раціонально організовані. Це стосується одного з елементів системи машин для козівництва з виробництва молока це –технологічна лінії приготування та роздавання кормів.

Отже, для забезпечення технологічної лінії з приготування та роздавання кормів та кормосуміші на конферми є вибір системи та способу утримання кіз. Для промислового виробництва молока використовують боксове утримання кіз. Вибір раціону годівлі кіз залежить від технології переробки молока (сири чи молоко питне). Для годівлі використовують комбіновані агрегати, типу «міксер» з горизонтальними робочими органами та кормові станції для комбікормів.

Список використаних джерел

1. Мельник О. Будуємо козину ферму і перспективний бізнес //Електронний ресурс / <http://milkua.info/uk/post/buduemo-kozinu-fermu-i-perspektivnij-biznes>

2. Максимович І.А., Влізло В.В., Стан мінерально-вітамінного обміну в кіз // І.А. Максимович, В.В. Влізло /Науковий вісник ветеринарної медицини: Зб. наук. праць.— Біла Церква, 2011.— Вип. 8 (87).— с. 100-104 с

3. Проектування і розрахунок технологічних систем у тваринництві: Посібник для студентів вищих аграрних навчальних закладів III-IV рівнів акредитації /О.О.Заболотько, В.С. Хмельовський, В.І. Ребенко, С.Є. Потапова, О.М. Ачкєвич, В.В Радчук – К. : ЦП «Компринт», 2018. – 268 с.

УДК 631.363.2

ПРОДУКУВАННЯ ОРГАНІЧНИХ ДОБРІВ НА ТВАРИННИЦЬКІЙ ФЕРМІ

О. О. ЗАБОЛОТЬКО, к.т.н., доцент

Д. І. МАЛИГА, студент магістратури

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: zabolotko@nubip.edu.ua

Проблема утилізації відходів (гною) є однією з найважливіших у галузі тваринництва, оскільки відходи напряму впливають на стан навколишнього середовища. Зважаючи на це були розроблені спеціальні технології утилізації відходів тваринництва (гною). Однією з найперспективніших технологій утилізації відходів є переробка гною шляхом гранулювання.

Безумовно, гній може бути використаний безпосередньо, шляхом їх прямого внесення в ґрунт як добриво, для локального забезпечення рослин поживними компонентами. Однак з енергетичної точки зору бажано, щоб гній застосовувався не в вихідному вигляді, а спеціальним чином оброблявся: його подрібнюють, висушують, а потім гранулюють. Саме тому гранульоване органічне добриво називають "поліпшеним" або навіть "облагодженим".

Гранульований гній – це форма збалансованого концентрату ферментованого натурального гною та мінеральної складової.

В вітчизняній і зарубіжній літературі багато робіт присвячено ролі органічних добрив в підвищенні врожайності сільськогосподарських культур (Д.Н. Прянишников, 1962, 1966, 1967; А.В. Петербургский, 1966,1967; К.П. Афендулов,1971 та багато інших).

Якість гною відрізнялась по хімічному складу, вона знаходилась в тісній залежності від виду, віку тварини, типу годівлі і часу стійлового періоду, але особливо від способу утримання тварин, використаної підстилки, способу утримання та технології накопичення і переробки гною.

Структура технологічного процесу прибирання тваринницьких приміщень та використання гною включає комплекс операцій: доставка і розподіл підстилки в місцях утримання тварин: прибирання й видалення гною з

приміщень; транспортування його в гноєсховища або до місця приготування компосту; знешкодження і переробка гною або приготування компосту; доставка органічних добрив на поле та внесення їх в ґрунт.

Сучасні технології переробки органічного добрива:

- технологія DRANCO може застосовуватись для анаеробного зброджування гною з додаванням рослинної біомаси енергетичних культур (кукурудзи або силосу);

- основний принцип твердофазного зброджування за технологію BEKON Dry Fermentation полягає в тому, що органічна речовина, або відходи взагалі, можуть піддаватись інокуляції рідиною, яка вже пройшла процес біоферментації. Такий підхід можна виконати заздалегідь, потім субстрат завантажити в ферментатор і піддати зброджуванню в герметично закритих спорудах (устаткуванні);

- технологія гранулювання гною полягає в тому, гній вологістю не більше 60% проходить теплову обробку після чого обробляється гранулятором і на виході має вологість близько 9%. Процес виробництва гранульованого органічного добрива починають з поділу гною на дві фракції: тверду та рідку.

Процес виробництва гранульованого органічного добрива (див. рисунок) починають з поділу гною на дві фракції: тверду та рідку. Після розділення, рідку фракцію обробляють біопрепаратом і спрямовують у біореактор, де за періодичної подачі повітря під впливом мікроорганізмів за 7–10 діб органічні сполуки перетворюються на комплексне добриво, а тверду фракцію відправляють на гранулювання [1].



Рисунок - Технологічний процес виробництва гранульованого органічного добрива

Отже, в порівнянні з технологіями переробки гною DRANCO та BEKON, гранулювання є більш перспективним, оскільки технологія покращує

характеристики гною як добрива комплексного та прибирає вагомі недоліки свіжого гною.

Список використаних джерел

1. Технологія виробництва гранул [Електронний ресурс] / Ресурс доступу/ <https://engineer-idea.com/manure-processing-at-home-drying-and-granulation-of-manure>.
2. Проектування і розрахунок технологічних систем у тваринництві: Посібник для студентів вищих аграрних навчальних закладів III-IV рівнів акредитації /О.О.Заболотько, В.С. Хмельовський, В.І. Ребенко, С.Є. Потапова, О.М. Ачкєвич, В.В Радчук – К. : ЦП «Компринт», 2018. – 268 с.

УДК 631.363.28:631.333.92

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ГРАНУЛЮВАННЯ КОРМІВ

С. П. ТРИМБАЧ, здобувач
С. П. СТЕПАНЕНКО, доктор технічних наук, старший науковий співробітник
*Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації
сільського господарства», Україна*
E-mail: Stepanenko_s@ukr.net

Використання технології гранулювання дозволяє отримувати продукцію, яку можна використовувати в різних галузях сільського та промислового господарства [1, 3-8]. У сільському господарстві все частіше виникає питання про оптимізацію тваринництва, яка потребує удосконалення кормового процесу та забезпечення тварин якісними збалансованими кормами за конкурентною ціною та у потрібній кількості [2, 3, 6, 7]. Аналізуючи світовий та вітчизняний ринок кормів можна з впевненістю сказати, що запорукою ефективного тваринництва є згодовування комбікормів у вигляді гранул, що дозволяє уникнути вибіркового поїдання кормів та забезпечити збалансованість раціонів годівлі [1, 3, 7, 9].

В Україні та за кордоном використовують різноманітні методи, способи та технології гранулювання, узагальнена схема яких наведена на рис. 1.

Найбільш широкого використання набув сухий спосіб гранулювання, як класичний для забезпечення збалансованості раціонів годівлі [1, 3, 5].

Вологий спосіб гранулювання – полягає у використанні в процесі гранулювання рідин, розчинів допоміжних речовин. При вологому гранулюванні вміст вологи в розсипному матеріалі має становити 28...50%. Найчастіше цей спосіб застосовують при виробництві комбікормів для риби [1, 3, 5]. Гранули отримують на шнекових прес-грануляторах і мають високу

міцність і водостійкість, але цей спосіб малоефективний, так як використовується обладнання яке має складну будову та енергоємний привід.

Широкого розповсюдження, як в Україні та світі, набирає комбінований спосіб гранулювання кормів, який полягає в проведенні гранулювання без додавання води або із введенням зв'язуючих компонентів: олії, меляси, солоного гідролу, кукурудзяного екстракту та ін. [1, 3, 5, 7].

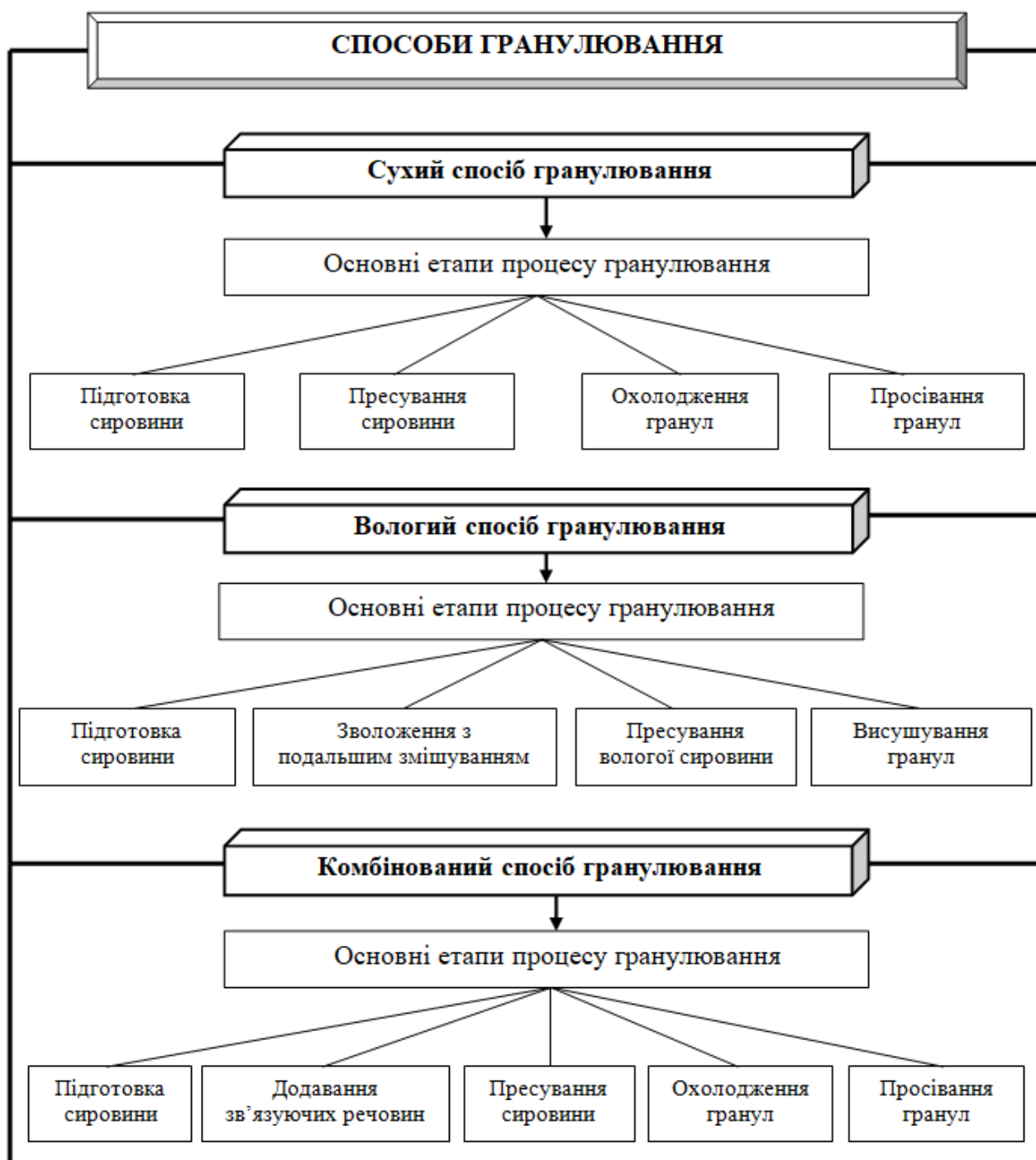


Рис. 1. Схема способів гранулювання кормів

Проведемо дослідження технологічного процесу приготування гранульованих комбікормів із загальною продуктивністю лінії до 20 т за добу.

Технологічний процес гранулювання комбікормів наведено на (рис. 2) та включає наступні етапи:

Етап приймання та зберігання зернових компонентів до складу якої входить: 1 – норія приймання сировини, 2 – розподільні скребкові транспортери, 3 – приймальні бункера, 4 – вивантажувальні скребкові транспортери.

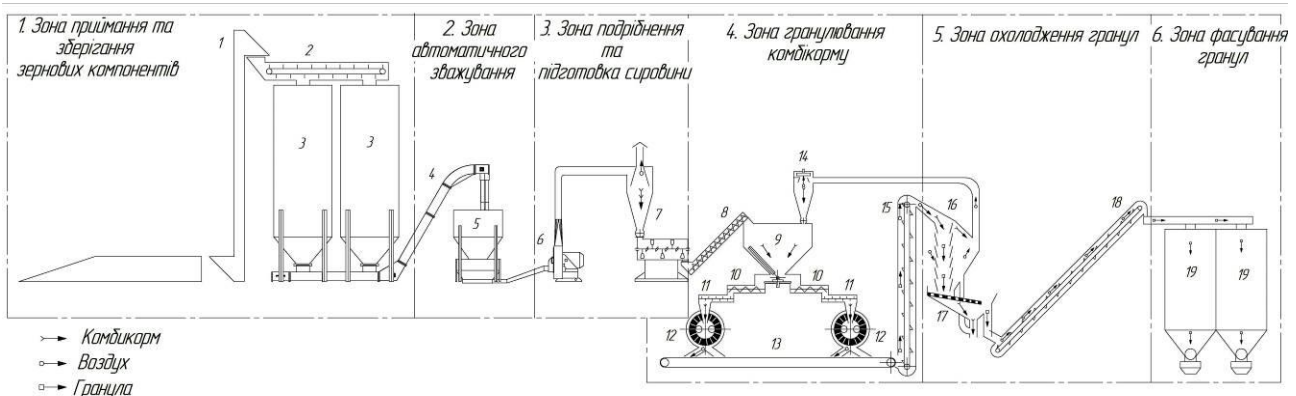


Рис. 2. Технологічний процес гранулювання комбікормів

Етап автоматичного зважування до складу якої входить: 5 – приймальний бункер на тензодатчиках та контролер управління автоматичним зважуванням.

Етап подрібнення та підготовки сировини до складу якої входить 6 – дробарки, 7 – змішувачі компонентів періодичної дії, 8 – вивантажувальний шнек готової продукції.

Етап гранулювання комбікорму до складу якої входить: 9 – приймальний бункер, 10 – дозатори, 11 – змішувачі прес-гранулятора, 12 – прес-гранулятори ОГМ-1.5, 13 – стрічковий транспортер відбору гранул готової продукції.

Етап охолодження гранул до складу якої входить: 14 – циклон-вентилятор охолоджувальної колони, 15 – ковшовий транспортер завантаження гранул в охолоджувальну колону, 16 – охолоджувальна колона противоточної дії, 17 – вібраційний сортувальний стіл.

Етап фасування гранул до складу якої входить: 18 – завантажувальний ковшовий транспортер гранул, 19 – приймальні бункера готової продукції з об'ємними дозатором.

Збільшення виробництва гранульованих кормів потребує вдосконалення застосовуваних технологій, машин і устаткування та розробку нових робочих органів для підвищення якісних показників одержуваних кормів [10].

В Україні для гранулювання кормів застосовують сучасне обладнання загальний вигляд якого наведено на рис. 3, а також прес-гранулятори [4, 7, 8, 9] з різною продуктивністю і потужністю приводу та відповідною гаммою робочих органів [1, 4, 6, 9, 10].



Рис. 3. Обладнання для приготування комбікормів з новими робочими органами

Оригінальність обладнання для приготування комбікормів (рис. 3) полягає в тому, що встановлені нові робочі органи, які забезпечують підвищення продуктивності процесу гранулювання комбікормів з одночасною витримкою якості перебігу даного процесу, що було підтверджено в ході експериментальних досліджень. Робочі органи прес-гранулятора являють собою три циліндричні ролики, які розміщено під певним кутом один від одного та повернуто відносно вісі обертання матриці на кут α .

Встановлено, що продуктивність та надійність роботи прес-гранулятора з кільцевою матрицею, забезпечує можливості регулювання якості одержуваних гранул в основному за рахунок: кількості і геометричних розмірів робочих органів пресуючої камери; вдосконалення конструкції циліндричних роликів, що забезпечують вирівнювання шару матеріалу між пресуючими роликами і кільцевої матрицею.

Список використаних джерел

1. Братишко В. В. Механіко-технологічні основи приготування повнораціонних комбікормів гвинтовими грануляторами. Автореф. дис. ... докт. техн. наук. Глеваха. 2017. 43 с.
2. Братишко В. В. Продуктивність та енергоємність процесу гранулювання зерно-стеблової кормосуміші гвинтовим гранулятором. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. Кіровоград. КНТУ. 2015. Вип. 28. С. 138-144.
3. Скляр О. Г., Болтянська Н. І. Механізація технологічних процесів у тваринництві: навчальний посібник. Мелітополь. Колор Принт, 2012. 720 с.
4. Болтянська Н. І. Аналіз конструкцій шестеренних пресів-грануляторів. Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь. ТДАТУ. 2018. Вип. 8. Т. 2. С. 29-43.
5. Скляр О. Г., Болтянська Н. І. Основи проектування тваринницьких підприємств: підручник. Київ. Видавничий дім «Кондор». 2018. 380 с.

6. Братішко В. В. Узгодження конструкційних параметрів матриць гвинтових грануляторів кормів за тиском та пропускною здатністю. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. Кіровоград. 2014. Вип. 27. С. 187-191.

7. Boltyanska N. Ways to Improve Structures Gear Pelleting Presses. ТЕКА. Lublin-Rzeszow. 2018. Vol. 18. No 2. P. 23-29.

8. Болтянська Н. І., Комар А. С. Аналіз конструкцій пресів для приготування кормових гранул та паливних брикетів. Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь. ТДАТУ. 2018. Вип. 8. Т. 2. С. 44-56.

9. Субота С. В., Голуб Г. А., Степаненко С. П., Лук'янець В. О. Ефективність використання установки для виробництва паливних брикетів із рослинної сировини. Механізація та електрифікація сільського господарства. Глеваха. 2012. Вип. 96. С. 437-444.

10. Тримбач С. П., Степаненко С. П. Обґрунтування нової конструкції пресувального механізму для гранулювання кормів. Новітні технології в агроінженерії: проблеми та перспективи впровадження (присвячена 55-й річниці заснування інженерно-технологічного факультету Полтавського державного аграрного університету): матеріали I Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції. 1-2 червня 2021 року. Полтава. ПДАУ. 2021. С. 13-16.

УДК 631.001.04

НАКОПИЧЕННЯ ЕНТРОПІЇ МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ У ПРОЦЕСІ АТМОСФЕРНОЇ КОРОЗІЇ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИМ КОМБАЙНОМ

І. М. КУЗЬМИЧ, аспірант

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: beliy1994@meta.ua

З ентропійної теорії старіння мастил, розробленої професором В. В. Салмін, уявімо, що в процесі корозії, накопичення ентропії мастилом відбувається циклічно. Представимо його у вигляді фізичної моделі, що складається з циклів, що періодично повторюються, що включають 6 ідеальних термодинамічних процесів. Даний цикл представимо графічно, в T , S координатах (рис. 1) і математично залежністю виду:

$$\Delta S_{\text{см}}(1 \cdot \text{цикл}) = \Delta S_{1-2} + \Delta S_{2-3} + \Delta S_{3-4} + \Delta S_{4-5} + \Delta S_{5-6} + \Delta S_{6-7}, \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К}).$$

Запропонована фізична модель складається з наступних процесів:

-процес 1-2 при $T_1 = T_2 = \text{const}$ -ізотермічний процес витримки деталей (або АММ) у нічний час. Тривалість процесу $\tau = 4 - \text{з } 00.00 \text{ год до } 4.00 \text{ год};$

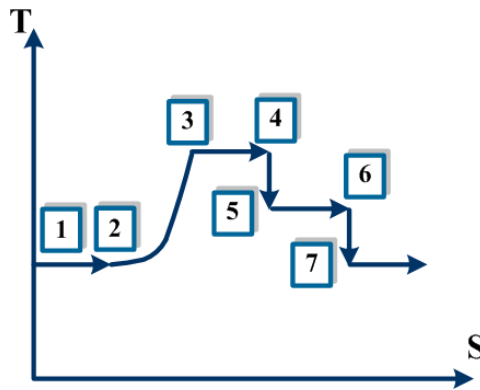


Рис. 1. Фізико-математична модель накопичення ентропії мастильних матеріалів у процесі атмосферної корозії.

-процес 2-3 при $P_{2-3} = \text{const}$ – ізобарний процес нагрівання мастила. Характеризується зміною її температури, залежно від температури повітря. Тривалість $\tau = 4$ год – з 4.00 до 8.00 год;

- процес 3-4 за $T_3 = T_4 = \text{const}$, ізотермічний процес витримки мастила при денній температурі. Тривалість процесу $\tau = 4$ год – з 8.00 до 12.00 год;

- процес 4-5 при $\Delta Q = \text{const}$ -адіабатний процес охолодження мастила із денних температур до вечірніх. Тривалість процесу $\tau = 4$ год – з 12.00 до 16.00 год;

- процес 5-6 при $T_5 = T_6 = \text{const}$ – ізотермічний процес витримки деталей (АММ) увечері. Тривалість процесу $\tau = 4$ год. – з 16.00 до 20.00 год;

- процес 6-7 $\Delta Q = \text{const}$, адіабатний процес охолодження мастила з вечірніх до нічних температур. Тривалість процесу $\tau = 4$ год. – з 20.00 до 00.00 год.

Зміну ентропії у кожному з семи процесів визначимо, як:

$$\Delta S_i = \Delta Q_i / T_i, \quad \text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К}),$$

де T_i – наведена температура і-го процесу, К; ΔQ_i – теплота зовнішніх впливів у і-му процесі, що складається з теплоти хімічних реакцій Q_x та теплоти фізичних впливів Q_Φ у і-му процесі.

Теплоту зовнішніх впливів визначаємо за такою формулою:

$$\Delta Q_i = Q_x + Q_\Phi, \quad \text{Дж}.$$

Теплоту хімічних реакцій представимо як

$$Q_x = R_{\text{см}} \cdot \Delta T_{1-2} \cdot \ln(P_1/P_2), \quad \text{Дж}/\text{кг},$$

де $R_{\text{см}}$ – питома газова стала мастила, Дж/(кг·К); ΔT_i – зміна температури в і-му процесі, К; P_1 і P_2 – тиску на початку та наприкінці і-го процесу, Па.

Теплоту фізичних впливів у всіх процесах (крім 2–3) представимо як теплоту конвективного теплообміну:

$$Q_\Phi = Q_{\text{кон}} = (\alpha_i / (\rho_{\text{см}} \cdot h)) \cdot \tau_i \cdot \Delta T_i, \quad \text{Дж}/\text{кг},$$

де α_i – коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м²·К); τ_i – тривалість і-го процесу, с; ΔT_i – зміна температури у процесі, К; $\rho_{\text{см}}$ – щільність мастила, кг/м³; h – товщина деталі, покритої мастилом, м.

Величину теплового потоку витрачається на нагрівання мастила у процесі 2-3, визначимо із закону Стефана-Больцмана:

$$Q_{\phi} = Q_{\text{луч}} = \varepsilon \cdot C_0 \cdot \tau_{2-3} \cdot \frac{3600}{\rho_{\text{см}} \cdot h} \cdot \left[\left(\frac{T_2}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_3}{100} \right)^4 \right],$$

де ε – ступінь чорноти тіла, для змащення приймаємо $\varepsilon \approx 0,96$; C_0 – постійна Стефана-Больцмана, $C_0 = 5,67 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К}^4)$; $S_d = F_{\text{см}}$ – площа поверхні, покрита мастилом, м^2 ; τ_{2-3} – час ізобарного процесу нагрівання мастила, $\tau_{2-3} = 4 \text{ год}$.

При адіабатному процесі ентропія $\Delta S_{4-5} = \Delta S_{6-7} = 0$. Ентропії ізотермічних процесів ΔS_{1-2} , ΔS_{3-4} та ΔS_{5-6} визначаються аналогічно з урахуванням змін температури, барометричного тиску, швидкості вітру та вологості, часу доби [27].

Розрахувавши для кожного циклу значення накопиченої ентропії мастила ($\Delta S_{\text{цикл}}$), і знаючи максимальну ентропію її руйнування $\Delta S_{\text{max}} = \Delta S_{\text{см}} = 2485,8 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$, за рік можна визначити гарантований час зберігання металу під шаром мастила за формулою:

$$\tau_{xp} = \beta \cdot n \cdot 24 = \frac{\Delta S_{\text{max}} \cdot \beta}{\Delta S_{\text{цикл}}} \cdot 24.$$

де β – коефіцієнт заданої (потрібної) тривалості зберігання, рівний відношенню кількості заданих (необхідних) місяців зберігання техніки до 12 місяців (1 рік); n – кількість циклів, які можуть витримати захисна плівка; 24 – тривалість одного циклу, год.

Таким чином, визначивши тривалість процесу гарантованого зберігання металу під шаром мастила, необхідно встановити необхідну товщину захисної плівки та масу мастила, що наноситься на поверхню металу. Для вирішення цього завдання скористаємося температурним законом Арреніуса, відповідно до якого швидкість процесу руйнування захисної плівки ($V_{\text{см}}$) дорівнюватиме:

$$V_{\text{см}} = V_0 \cdot \exp(-E_a/RT), \text{ м/с},$$

де V_0 – початкова швидкість руйнування мастильного покриття, $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$, визначається експериментально або розраховується за формулою $V_0 \approx a_0 \sqrt{T_0}$ тут a_0 – вільний член, $a_0 \approx 0,001 \text{ м}/(\text{с} \cdot \text{К})$, $T_0 = 273,15 \text{ К}$; T – наведена температура процесу, К ; R – універсальна газова стала, $\text{Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$; E_a – енергія активації, $\text{Дж}/\text{моль}$.

Прийнявши, що $E_a = T \cdot \Delta S_{\text{цикл}} \cdot \mu_{\text{см}}$ (де $\mu_{\text{см}}$ – молекулярна маса мастила, $\text{кг}/\text{моль}$), і припустивши, що термін зберігання деталі визначається часом роботи захисного покриття (випаровуванням активної речовини та зменшенням товщини плівки), товщину захисної плівки визначимо з величини швидкості $V_{\text{см}}$ та часу процесу зберігання τ_{xp} за рівнянням виду:

$$\delta_{\text{см}} = 3600 \cdot V_{\text{см}} \cdot \tau_{xp}, \text{ м}. \quad (1)$$

Як видно з формули (1), швидкість процесу в даному випадку визначає швидкість зменшення товщини плівки захисного покриття. Якщо прийняти, що енергія активації процесу – є зміна ентропії (що більша енергія руйнування, тим більше буде ентропія мастильного захисного матеріалу), то масу захисної плівки, необхідної для захисту деталі від корозії, можна розрахувати за формулою:

$$m_{\text{см}} = 3600 \cdot \tau_{xp} \cdot \rho_{\text{см}} \cdot S_d \cdot V_0 \cdot \exp\left(\frac{n \cdot \Delta S_{\text{цикл}} \cdot \mu_{\text{см}}}{R}\right) \rightarrow 0.$$

В умовах реального зберігання в енергетику процесу руйнування захисної плівки необхідно ввести складову механічних руйнувань від вітрового навантаження. Механічна складова визначається тиском, що створюється від одиниці вітрового навантаження, і може бути визначена за формулою

$$P = 0,5 \cdot \rho_{\text{пов.}} \cdot w_{\text{пов.}}^2, \text{Па},$$

де $\rho_{\text{пов.}}$ – щільність повітря, кг/м^3 ; $w_{\text{пов.}}$ – швидкість повітря (вітру), м/с .

Енергетику цього механічного впливу можна розрахувати із залежностей:

$$Q_{\text{мех}} = F \cdot \delta_{\text{см}} = P \cdot V_{\text{см}}, \text{Дж}, \quad q_{\text{мех}} = \frac{0,5 \cdot \rho_{\text{пов.}} \cdot w_{\text{пов.}}^2}{\rho_{\text{см}}}, \text{Дж/кг},$$

де F – сила вітру, що діє на масляну плівку, Н ; $V_{\text{см}}$ – об'єм мастила, м^3 .

Таким чином, залежність для визначення маси захисного покриття з урахуванням механічного впливу набуде вигляду:

$$m_{\text{см}} = 3600 \cdot \tau_{\text{кр}} \cdot \rho_{\text{см}} \cdot S_{\text{д}} \cdot V_0 \cdot \exp \left[\frac{(n \cdot T \cdot \Delta S_{\text{цикл}} + q_{\text{мех}}) \cdot \mu_{\text{см}}}{R \cdot T} \right] \rightarrow 0.$$

Так як добові зміни атмосферних параметрів можуть досягати значних перепадів, а сам процес розрахунку є досить трудомістким, то з метою його спрощення та отримання середніх, більш стабільних, значень атмосферних параметрів необхідно використовувати середньомісячні статистичні дані змін властивостей зовнішніх факторів (атмосферного тиску, температури, відносної вологості та швидкості вітру). Крім того, щоб оцінити достовірність та адекватність розроблених моделей за результатами натурного та лабораторного експериментів, при визначенні величини корозії необхідно перейти до стандартного показника корозії «К», який можна розрахувати за формулою:

$$K = \frac{1}{1000 \cdot S_{\text{д}}} \cdot \left[\frac{T \cdot \left((\Delta S - m_{\text{см}} \cdot \frac{\tau_{\text{кр}}}{24 \cdot \beta} \cdot \Delta S_{\text{цикл}}) - 2485,8 \right)}{C_p \cdot \Delta T} \right], \text{м/м}^2.$$

Розроблені фізико-математичні моделі дозволяють провести імітаційне моделювання процесів, що відбуваються у шарі мастила, та з високою точністю (похибка не більше 1,5–2,5 %) визначити показник корозії «К».

Секція 5 «*Конструювання машин і обладнання*»

УДК 621.873.11

АНАЛІЗ ПАТЕНТІВ СТОСОВНО ВДОСКОНАЛЕНЬ МЕХАНІЗМУ ПОВОРОТУ БАШТОВОГО КРАНА

Ю. О. РОМАСЕВИЧ, д.т.н., проф.,

В. С. ЛОВЕЙКІН, д.т.н., проф.,

Я. С. ГУБАР, аспірант,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: romasevichyuriy@ukr.net, lovvs@ukr.net, yarik252@meta.ua

Баштовий кран – поворотний кран стрілового типу зі стрілою, закріпленою у верхній частині вертикально розташованої башти. У машинному парку пересувних кранів їх частка – близько 18%.

Основне призначення баштового крана – обслуговувати територію будівельних майданчиків, споруд, складів, навантаження і розвантаження матеріалів з транспорту – при виконанні будівельно-монтажних робіт.

База патентів насичена багатьма різновидами вдосконалень механізму повороту баштового крана.

Патент вдосконаленого механізму повороту [1], авторами якого є Мендрух Олена Миколаївна, Мендрух Микола Вікторович, Терзієва Наталія Сергіївна, має особливість, а саме те, що на кінці стріли вертикально встановлено пропелер. Таким чином, під час роботи крана пропелер, за рахунок потоку повітря виконує поворот башти. Це дає змогу зменшити навантаження на механізм повороту. Недоліком конструкції є те, що консоль противага з вантажем має велику інерційність, яка створює протимомент та навантаження на механізм повороту.

Патент Мендруха Миколи Вікторовича [2] цікавий тим, що в ньому пропонується встановлювати пропелер не на кінці стріли, а на вантажному візку. Автор запевнює, що таке вдосконалення збільшить довговічність роботи механізму повороту. Тому, що при повороті стріли крана з вантажем, основне навантаження перепадає якраз на вантажний візок (рис. 1).

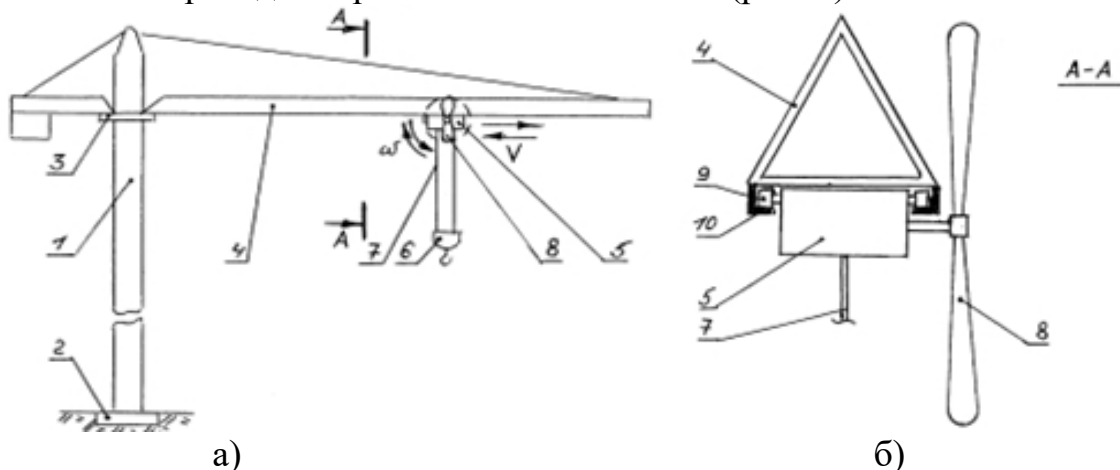


Рис. 1. Конструкція баштового крана (а) та схема розташування пропелера на візку (б): 1 - башта, 2 - основа, 3 - механізм повороту, 4 - стріла, 5 - вантажний візок, 6 - гакова підвіска, 7 - вантажопідіймальний канат, 8 - пропелер, 9 - колеса, 10 - напрямні для переміщення вантажного візка

Також ще один цікавий патент [3] від авторів Мендрух Олени Миколаївни, Мендруха Миколи Вікторовича, Терзієвої Наталії Сергіївни. В запропонованому ними вдосконаленні пропонується встановлення датчика кута нахилу стріли, який задається системою. Датчик встановлюється на кінці стріли та враховує нахил та виліт стріли, що дозволяє зменшити навантаження на механізм повороту та знизити навантаження, що діють на елементи крана (рис. 2).

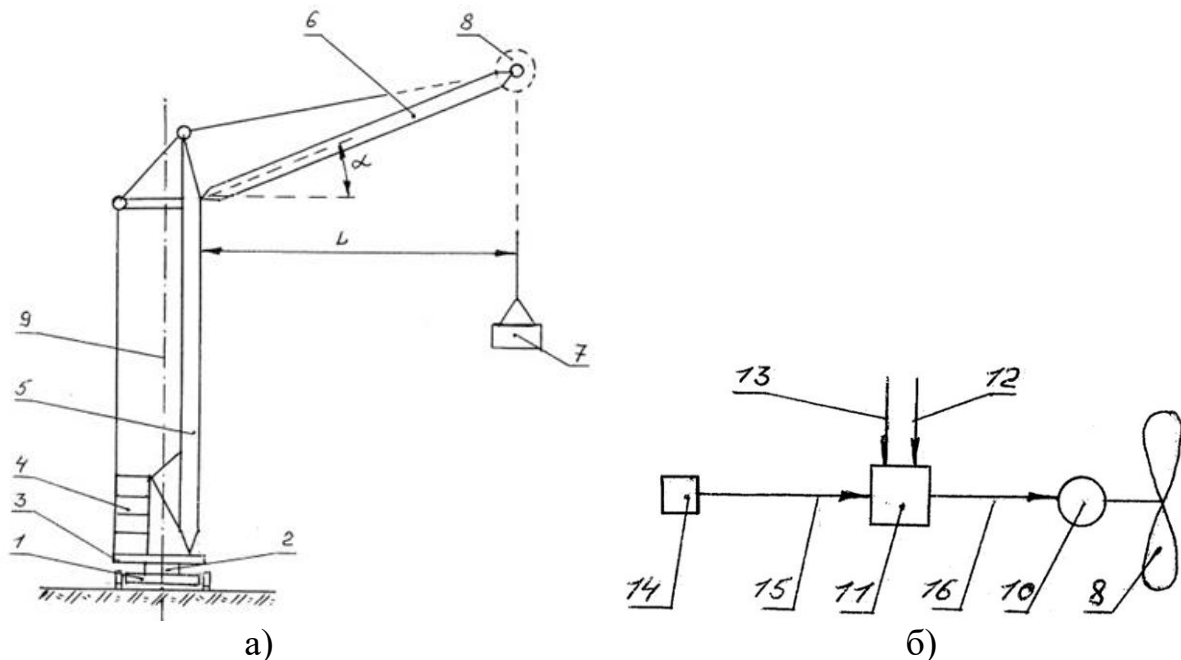


Рис. 2. Конструкція баштового крана (а) та блок-схема системи керування пропелером (б): 1 - шасі, 2 - опорно-поворотний пристрій, 3 - поворотна платформа, 4 - контрвантаж, 5 - башта, 6 - стріла, 7 - вантаж, 8 - пропелер, 9 - вісь повороту, 10 - привід пропелера, 11 - система керування, 12 - ланцюг живлення, 13 - ланцюг керування від системи керування механізмом повороту опорно-поворотного пристрою, 14 - датчик кута нахилу стріли, 15 - ланцюг керування, 16 - ланцюг живлення привода гвинта

Список використаних джерел

1. Патент Башенный кран. URL: <https://www.freepatent.ru/patents/2525495> [доступ 16.02.2022]
2. Патент Башенный кран № 2590765. [URL: <https://patentdb.ru/patent/2590765> [доступ 16.02.2022]]
3. Патент Башенный кран № 2488544. URL: <https://patentdb.ru/patent/2488544> [доступ 16.02.2022]

УДК 514.18

ДЕФОРМАЦІЯ СМУГИ ПРЯМОКУТНОГО ПОПЕРЕЧНОГО ПЕРЕРІЗУ ПРИ ЇЇ ЗГИНАННІ

С. Ф. ПИЛИПАКА, д.т.н., проф.,

М. Т. ШИМКО, студентка,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Т. А. КРЕСАН, к.т.н., доцент,

Т. А. МАРЧУК, студент,

*ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»**E-mail: s.pylypaka@nubip.edu.ua*

Прямолінійну смугу прямокутного поперечного перерізу будемо згинати у циліндричну форму. Звісно, що при цьому відбувається деформація геометричної форми заготовки: зовнішні волокна (біля більшого радіуса) розтягуються, внутрішні (біля меншого радіуса) стискуються. Між цими волокнами існує нейтральний шар, однак він знаходиться не посередині товщини заготовки, а ближче до меншого радіуса. Його точне місцеположення знаходиться за допомогою теорії опору матеріалів, однак на практиці, при виготовленні деталей заданих розмірів, довжина заготовки уточнюється експериментальним шляхом.

Деформується не тільки довжина, а і форма поперечного перерізу: вона перестає бути прямокутною. Наші підходи до знаходження її форми ґрунтуються на тому, що щільність металу в процесі такої деформації не змінюється, тобто об'єм до і після деформації залишається незмінним. На рис. 1,б частина смуги, яка зафарбована сірим кольором, зігнута у циліндричну форму.

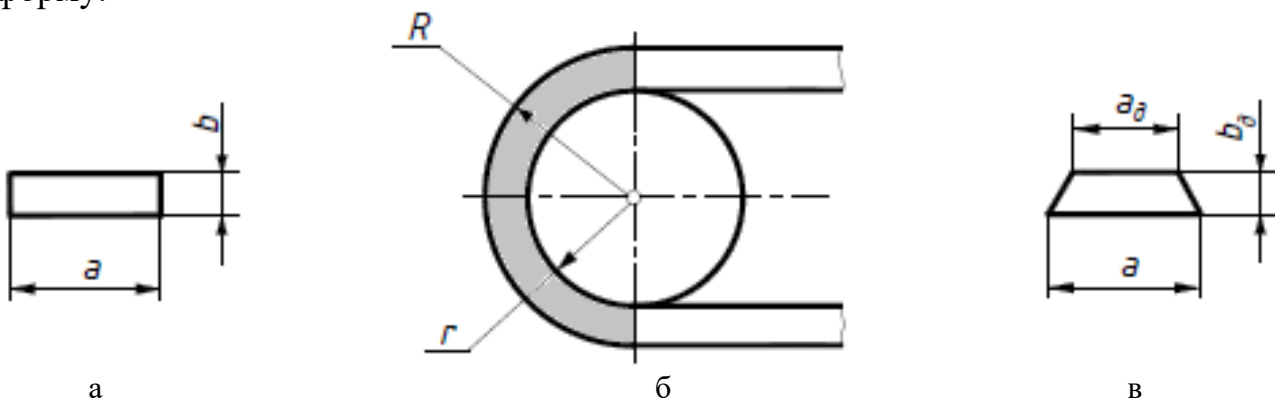


Рис. 1. Графічні ілюстрації до деформації смуги:

- а) розміри поперечного перерізу смуги до згинання;
- б) деформація зафарбованої ділянки смуги у циліндричну деталь;
- в) можлива форма і розміри поперечного перерізу смуги після згинання

Виходячи із відомих розмірів поперечного перерізу смуги до згинання, знаходяться невідомі (зазначені на рис. 1,в) розміри після згинання.

УДК 514.18

ПОБУДОВА ІЗОЛІНІЙ ОСВІТЛЕНOSTІ ВІД ДВОХ ТОЧКОВИХ ДЖЕРЕЛ ОДНАКОВОЇ ПОТУЖНОСТІ

С. Ф. ПИЛИПАКА, д.т.н., проф.,

Я. О. БАЧИНСЬКИЙ, О. О. МАРУС, студенти,

*Національний університет біоресурсів і природокористування України**E-mail: s.pylypaka@nubip.edu.ua*

Точкове джерело світла освітлює певну площу у вигляді круга, при цьому інтенсивність освітлення зменшується по мірі віддалення від джерела. Графічно це можна зобразити у вигляді променя, товщина якого зменшується за лінійним законом (рис. 1). В залежності від товщини променя на заданій відстані від джерела освітлення можна побудувати ізолінію із освітленістю, пропорційною товщині променя. Зрозуміло, що такою ізолінією буде коло. Для наочності ізолінії з більшим значенням освітленості можна зображати колами із різною товщиною ліній (рис. 1,б).

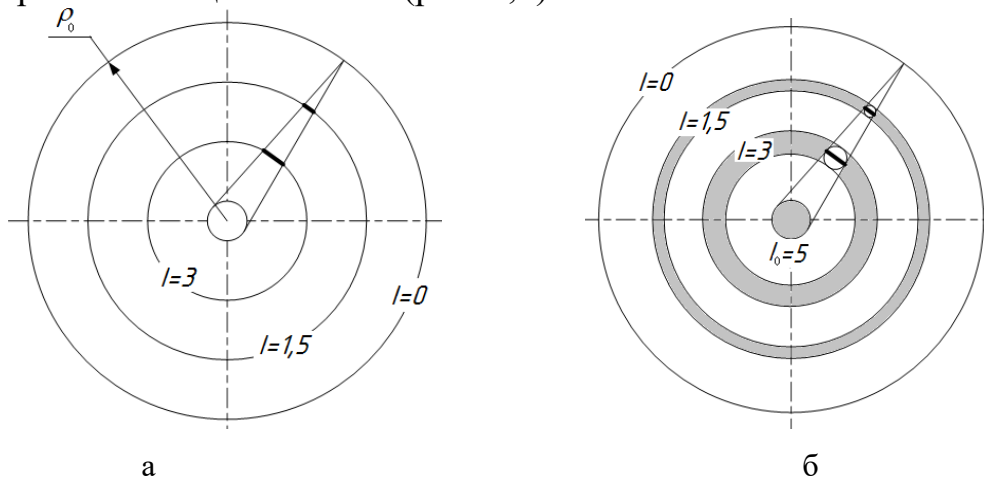
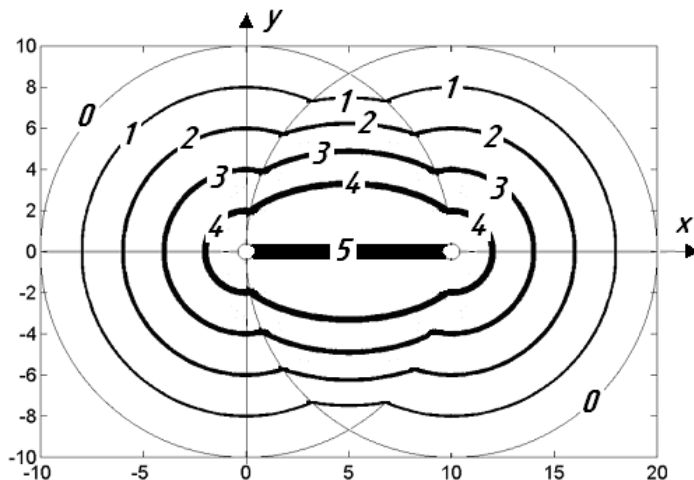


Рис. 1. Графічна інтерпретація силових ізоліній від точкового джерела:

а) схема затухання інтенсивності випромінювання;

б) товщина ізоліній пропорційна інтенсивності випромінювання



Якщо два джерела однакової потужності розмістити так, що їхні площі освітленості будуть перекриватися, то можна побудувати ізолінії, спільні для цих двох джерел (рис. 2).

Рис. 2. Ізолінії із зазначенням їх інтенсивності, отримані від двох точкових джерел

УДК 621.87

ДИНАМІЧНИЙ АНАЛІЗ ЛЮЛЬКОВОГО ЕЛЕВАТОРА

В. С. ЛОВЕЙКІН, д.т.н., проф.,
Ю. О. РОМАСЕВИЧ, д.т.н., проф.,
А. П. ЛЯШКО, к.т.н.,
Н. О. ЛЕВУС, студ.
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: lovvs@ukr.net

В сучасних умовах виробництва мають місце тенденції до підвищення продуктивності люлькових елеваторів, яка пропорційна збільшенню швидкості руху тягового органу та скороченням тривалості перехідних процесів (пуск, гальмування) та зростання робочих навантажень і точності виконання робочих операцій, тому підвищуються вимоги до методів їхнього розрахунку. Статичні методи розрахунку ведуть до невиправданого підвищення коефіцієнту запасу міцності і, як наслідок, збільшується маса люлькових елеваторів, а в інших випадках мають місце недостатньо надійні конструкції елеваторів, які руйнуються при динамічних перевантаженнях. Погодження конструкторських рішень з розв'язуванням задач динаміки руху дозволяє вже на етапі створення люлькового елеватора вибрати його доцільну кінематичну та конструктивну схеми і оцінити точність виконання транспортних процесів. В процесі руху люлькового елеватора на ділянках перехідних процесів (пуск або гальмування) в елементах конструкції та приводного механізму виникають коливання, які підвищують динамічні навантаження в тяговому органі (ланцюзі). Такий режим руху приводить до накопичення втомних напружень в конструкції та тяговому органі і, як наслідок, передчасному їхньому руйнуванню та негативно впливає на безпечну експлуатацію люлькового елеватора.

Для виявлення динамічних навантажень в елементах конструкції та приводу люлькового елеватора проведено динамічний аналіз в процесі. При цьому побудовано динамічну двомасову модель елеватора, де за зведені маси використані приводний механізм та тяговий орган з вантажем. При побудові динамічної моделі люлькового елеватора враховується основний рух, який формується приводним механізмом та рухи, які виникають за рахунок пружних властивостей окремих ланок. Вважаємо, що всі елементи люлькового елеватора є абсолютно твердими тілами, окрім передавального механізму приводу, який володіє пружними властивостями. В такому випадку динамічна модель люлькового елеватора має два ступені вільності і її можна представити у вигляді двомасової моделі. Обидві маси динамічної моделі люлькового елеватора зведемо до ротора електродвигуна. Так як ротор електродвигуна виконує обертальний рух, то і зведені маси також будуть здійснювати обертальний рух. Маса динамічної моделі з'єднуються між собою пружним елементом, жорсткість якого залежить від жорсткості елементів передавального

механізму приводу. На одну з мас динамічної моделі діє рушійний момент приводного електродвигуна, а на іншу масу діє зведений до осі ротора електродвигуна момент сил опору переміщенню ланок люлькового елеватора з вантажем. Зведений момент сил опору залежить від способу заповнення люльок та розвантаження вантажу, а також від його ваги в люльках на робочій гілці люлькового елеватора та втрат енергії в передавальному механізмі, а також в тяговому органі. На основі динамічної моделі побудовано математичну модель, яка представляє собою систему нелінійних диференціальних рівнянь другого порядку. Нелінійність цих рівнянь отримана за рахунок не лінійності механічної характеристики приводного електродвигуна. В результаті чисельного розв'язку отриманих рівнянь визначені кінематичні, силові та енергетичні характеристики елементів люлькового елеватора. Особливо небезпечними є динамічні навантаження в приводному механізмі та тяговому органі, які змінюються зі значними коливаннями. Динамічний аналіз процесу пуску люлькового елеватора показав, що кінематичні, силові та енергетичні характеристики мають коливальний характер зміни. Це можна судити з наведених графічних залежностей (рис.1, 2)

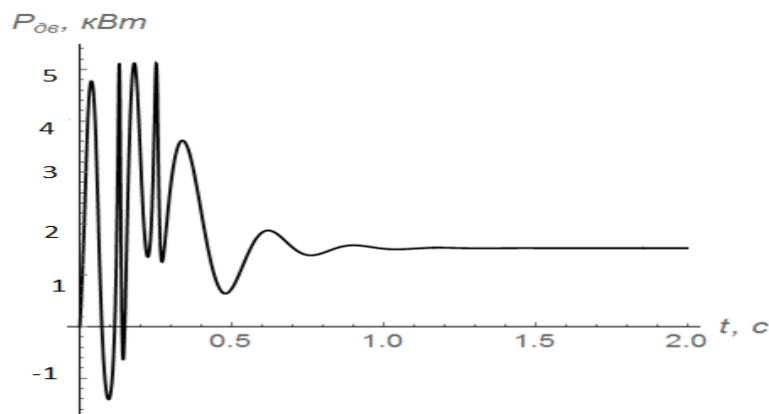


Рис. 1- Графік зміни потужності приводу елеватора

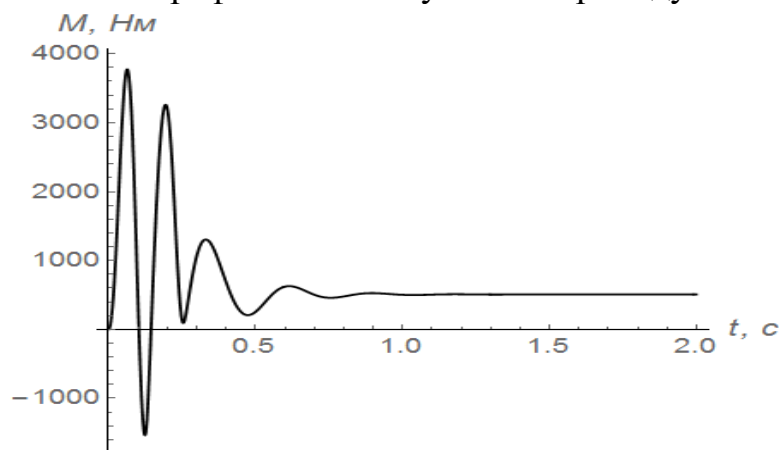


Рис. 1- Графік зміни моменту в пружному елементі приводу елеватора

З наведеної графічної залежності потужності приводного електродвигуна (рис.1) видно, що мають місце високочастотні неперіодичні коливання хаотичного типу, при яких максимальне значення потужності втричі перевищує усталене значення. Однак ці коливання досить швидко (протягом 1с руху)

затухають. З графічної залежності рушійного моменту приводного електродвигуна (рис.2) можна бачити, що мають місце високочастотні хаотичні коливання, при яких максимальне значення моменту в 4,6 разів перевищує усталене значення, але ці коливання також досить швидко затухають.

УДК 621.87

ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ РУХУ СТІЧКОВОГО КОНВЕЄРА

В. С. ЛОВЕЙКІН, д.т.н., проф.;
Ю. О. РОМАСЕВИЧ, д.т.н., проф.;
Р. А. КУЛЬПІН, аспір.

Стрічкові конвеєри знайшли широке застосування у різних галузях економіки. Їхнє ефективне використання є важливим питанням, яке впливає на продуктивність багатьох технологічних процесів.

Теоретичні дослідження режимів руху стрічкових конвеєра досліджені у роботах багатьох науковців. Однак, лише незначна частина результатів цих робіт проходить валідацію шляхом проведення експериментів. Саме тому дана робота присвячена питанню планування експериментальних досліджень, які відповідають результатам теоретичних розрахунків.

Програма виконання експериментальних досліджень режимів руху стрічкового конвеєра складається із наступних етапів:

- встановлення об'єкту для виконання експериментальних досліджень, а також підбір відповідних давачів та вимірювального-реєструючого обладнання;
- розробка відповідного програмного забезпечення для ефективної практичної реалізації оптимального режиму руху стрічкового конвеєра;
- обрання методики опрацювання експериментальних даних та статистичного аналізу;
- виконання експериментальних досліджень та аналіз отриманих результатів.
- надання рекомендацій для підвищення ефективності виконання експериментальних досліджень.

Виконання експериментальних досліджень пуску стрічкового конвеєра, відбувалося у три етапи. Під час першого етапу, для перевірки адекватності динамічної та математичної моделей, було експериментально досліджено прямий пуск стрічкового конвеєра. На другому етапі експериментальних досліджень, основна увага приділялась дослідженню стандартних характеристик наростання та спадання частоти напруги живлення при живленні двигуна конвеєра від частотного перетворювача.

При третьому етапі експериментальних досліджень, відбувалась практична реалізація визначеного оптимального режиму руху стрічкового конвеєра та досліджувалася його адекватність у відповідності до теоретичних розрахунків.

Прямий, частотно-керований та оптимальний пуск стрічкового конвеєра було експериментально досліджено для двох випадків: при пуску з ненавантаженим робочим органом конвеєра; при пуску з навантаженим робочим органом конвеєра, матеріалом (кукурудзою), що транспортується.

Режим пуску при завантажувальному робочому органі відповідним транспортуючим матеріалом є характерним для випадку, коли на підприємстві, де здійснюється експлуатація стрічкового конвеєра, відбулося аварійне вимкнення електропостачання. І тому наступний пуск конвеєра, після відновлення електропостачання, відбувається із завантаженим робочим органом.

Для виконання експериментальних досліджень енергоефективності частотно-керованого пуску приводу стрічкового конвеєра було розроблено план повнофакторних експериментів. У даному випадку, незалежними показниками, що варіюються, виступали: режим пуску конвеєра (холостий та завантажений); тип характеристики наростання частоти напруги живлення двигуна (лінійна та S-подібна); тривалість наростання частоти напруги живлення до номінальної (1, 3 та 5 секунд).

Загалом план повнофакторного експериментального дослідження частотно-керованого пуску стрічкового конвеєра наведено до табл. 1.

Таблиця 1.

План повнофакторних експериментів при дослідженні частотно-керованого пуску стрічкового конвеєра

Параметр	Значення											
Режим пуску конвеєра	Холостий						Завантажений					
Тип характеристики	Лінійна			S-подібна			Лінійна			S-подібна		
Тривалість наростання частоти напруги живлення, с	1	3	5	1	3	5	1	3	5	1	3	5
Номер експерименту	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Було проведено серію із 12 експериментальних досліджень. Для дослідження оптимального режиму руху конвеєра план повнофакторних експериментів подібний до попередньої серії експериментів (табл. 1), його представлено у табл. 2.

Таблиця 2.

План повнофакторних експериментів при дослідженні оптимального режиму руху стрічкового конвеєра

Параметр	Значення					
Режим пуску конвеєра	Холостий			Завантажений		
Тривалість наростання частоти напруги живлення, с	1	3	5	1	3	5
Номер експерименту	1	2	3	4	5	6

Кожен експеримент із серії усіх повнофакторних експериментів виконувався з п'ятикратною повторюваністю.

Результати обробки експериментальних даних будуть використані для розробки рекомендацій стосовно синтезу систем оптимального керування рухом стрічковими конвеєрами.

**НЕСТІЙКІ ЗАСОБИ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ПЕРЕМІЩЕННЯ:
ГІРОБОРД І ГІРОСКУТЕР**

О. Г. ОЛЕКСІЙКО, магістр

Ю. О. РОМАСЕВИЧ, д.т.н., проф.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

В сучасному світі багато людей знайомі з двоколісним самокатом, який має назву «сегвей», проте далеко ще не всі звикли до його міні-версії. Саме тому перед більшістю людей постає питання: як працює гіроскутер без ручки? Здивування людей цілком зрозуміло, оскільки досить важко уявити, що мініатюрна платформа для ніг з двома колесами з двох боків може мати досконаліше керування, ніж солідний «Segway» із зручною високою ручкою. Проте, це дійсно так: за допомогою хитрих стабілізаторів-гіроскопів виробникам вдалося створити механізм, який може самобалансуватися та піддається керуванню лише за рахунок нахилів користувача.

Вже декілька років гіроборди застосовують чимало прихильників, оскільки вони стали одним із найзручніших способів переміщення в межах міських кварталів. Прогрес в цьому напрямку не стоїть на місці, вони стали більш потужними, що в свою чергу спонукало їх стати невід'ємною частиною життя людей, а саме, вони перемістились з категорії "для відпочинку" в категорію "для роботи". Універсальність і мобільність – ось головні переваги гіробордів.

Що ж таке гіроборд? Гіроборд – це індивідуальний міні-транспортний засіб, корпус якого складається з горизонтальної платформи з рухомими складовими частинами. Платформа функціонує на базі коліс, оснащених двигунами. Керування відбувається за рахунок поворотів і нахилів тіла, райдер (людина, яка переміщується на гіроскутері) нахиляється і частина платформи приймає необхідне для руху положення.

Більшість гіроскопів виробники завжди забезпечують комплектом плат, що керують даним пристроєм. Ці пристрої відповідають за самобалансування гіроскопа, фіксують кут нахилу, дозволяють легко і без проблем переміщуватись по дорожньому покриттю.

Принцип дії гіроскутера такий: коли система включається, вона автоматично виконує балансування, та визначає центр ваги і приймає оптимальне для людини положення, нахилом вперед або назад райдер задає напрям руху, для виконання повороту – зміщує центр ваги (за допомогою натискання ногою) на ту сторону конструкції, куди треба виконати поворот. Датчики гіроскутера постійно виконують збір інформації, фіксуючи усі зміни, що відбуваються під час руху. Функціональність усіх механізмів, а також власне кочення коліс забезпечують двигуни, підключені до акумуляторної батареї.

Візуально гіроборд є пластиковим горизонтальним бордом з двома яскраво вираженими підставками для ніг і колесами, розташованими по краях конструкції, але на одній осі. На колесах знаходяться вакуумні шини.

Конструкція пристрою є доволі непростю:

- усередині кожного колеса розташовуються двигуни, що живляться від акумулятора;
- по периметру корпусу налічується велика кількість гіроскопічних датчиків;
- управляє системою процесор, що виконує збір і обробку інформації;
- між підставками для сходинок розташований міцний металевий елемент високої вантажопідйомності.

Додатково гіроборди можуть комплектуватися динаміками, світлодіодним підсвічуванням, дисплеєм, кнопками керування. У комплекті постачання засобу переміщення обов'язково йде зарядний пристрій.

УДК: 621.87

РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ ОПТИМАЛЬНИХ РЕГУЛЯТОРІВ РУХУ ДИНАМІЧНОЇ СИСТЕМИ „КРАН-ВАНТАЖ”

Ю. О. РОМАСЕВИЧ, доктор технічних наук, професор;

В. С. ЛОВЕЙКІН, доктор технічних наук, професор;

В. В. МАКАРЕЦЬ, аспірант;

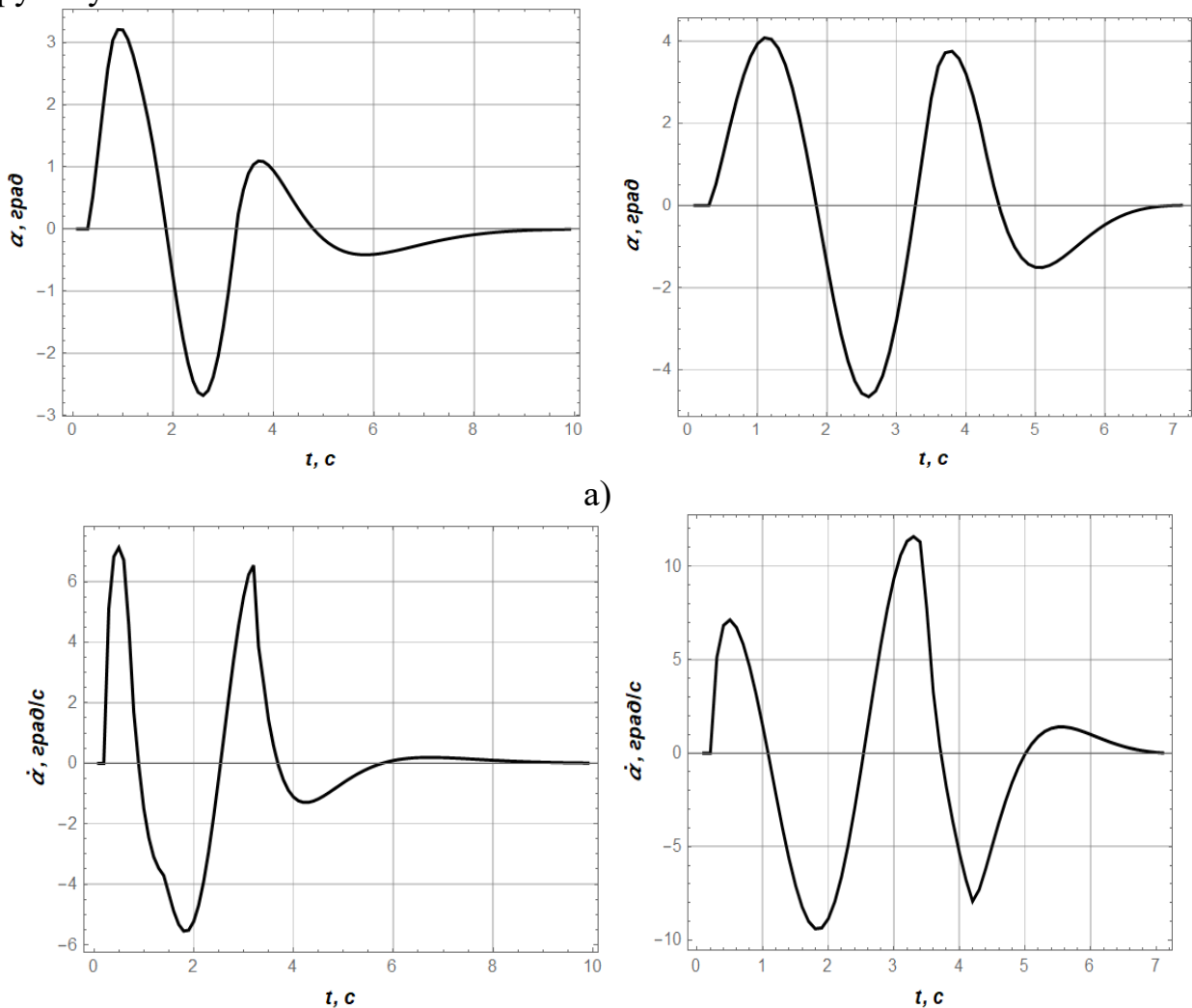
О. І. ЩЕРБАК, студент;

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: walera10100@gmail.com

Для того, щоб усунути коливання вантажу на гнучкому підвісі при русі крана необхідно задати форму регулятора, який формує сигнал за яким, у свою чергу, буде змінюватись частота і напруга живлення двигуна візка. Така форма регулятора повинна включати всі фазові координати руху системи.

У результаті проведених розрахунків отримано наступні графічні залежності, які ілюструють рух системи при керуванні від регулятора. На рис. 1 графіки, що розміщені зліва відповідають першому випадку, а ті що справа – другому.



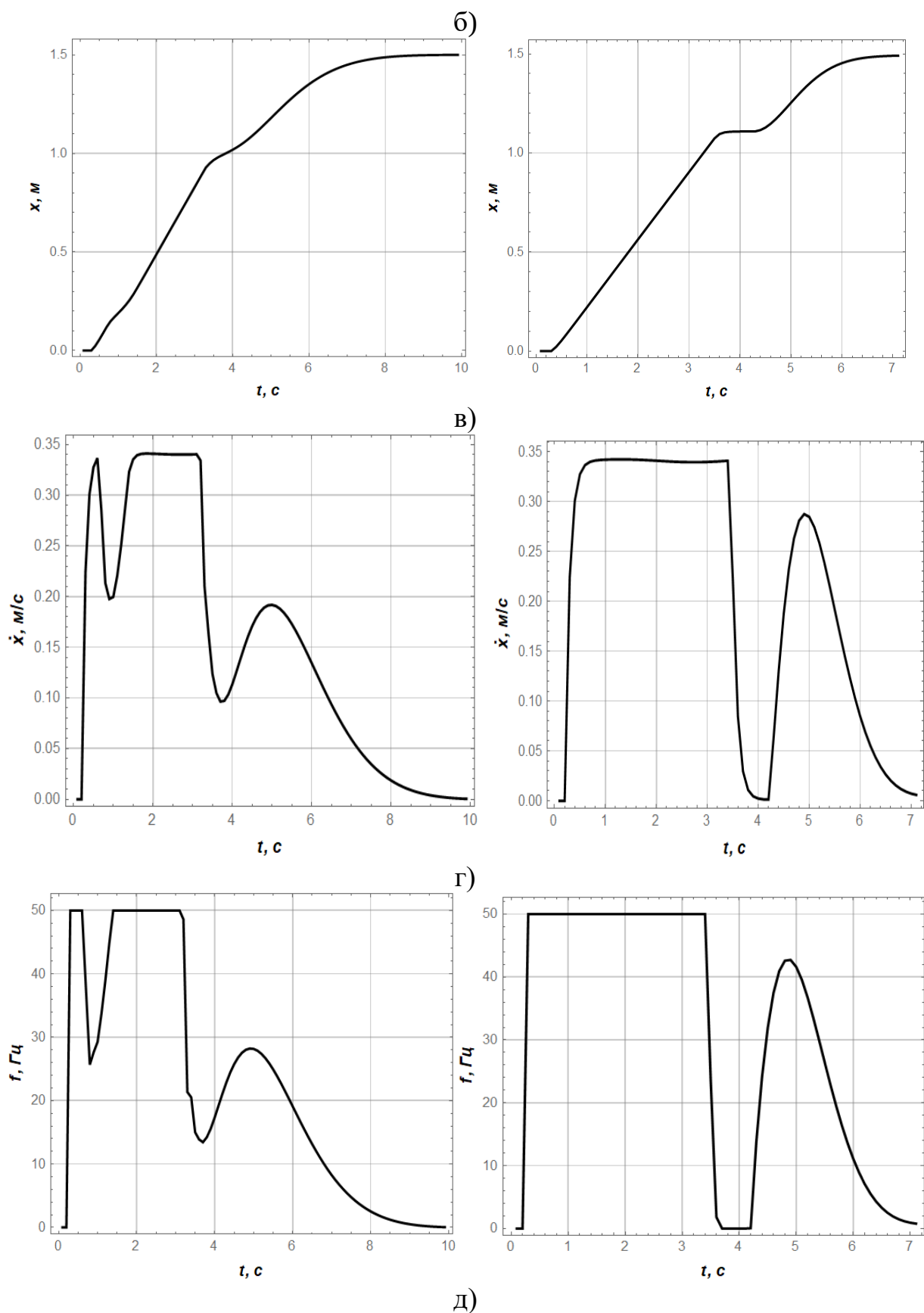


Рисунок 1 – Графіки фазових координат руху системи та частоти напруги живлення приводу візка: а) α ; б) $\dot{\alpha}$; в) x ; г) $\dot{x}$; д) f

Аналіз графічних залежностей (рис. 1) для всіх випадків показує усунення маятникових коливань вантажу у кінці руху візка. Крім того, плавність руху також висока. Різниця між першим і другим випадком проявляється у тому, що для другого керування рухом систем проходить у більш інтенсивному режимі. Відповідно максимальні значення фазових координат також більші, і більше значення критерію. Для оцінки такого збільшення наведемо певні чисельні дані (табл. 1).

Таблиця 1 – Максимальні значення деяких фазових координат для першого та другого випадків

Величина	Випадок		Відносне збільшення показника
	перший	другий	
Максимальний кут відхилення каната з вантажем від вертикалі	3,2 град	4,4 град	37,5 %
Максимальна швидкість кута відхилення каната з вантажем від вертикалі	7,3 град/с	11,8 град/с	61,6 %
Кількість перевищень швидкості наростання частоти напруги живлення 2 Гц/с	9	19	111,1 %
Тривалість руху системи	9,86 с	7,00 с	-29,0%

Аналіз даних, які наведено у табл. 1 дозволяє стверджувати, що неможливо досягнути покращення всіх (принаймні тих, що наведені у табл. 1) показників одночасно: за збільшення одних показників необхідно „розплачуватись” зменшенням інших. Таким чином, можна сподіватись, що отриманий результат є оптимальним за Парето.

У практичному плані використання обох наборів коефіцієнтів можливо для різних цілей використання кранів. Наприклад, для випадку бажано максимальної швидкодії більш придатним буде другий варіант. Для випадку мінімізації амплітуди відхилення канату з вантажем від вертикалі, а відповідно і рівня динамічних зусиль, які ним викликані, необхідно рекомендувати перший варіант.

УДК 622, 531

ДИСКРЕТНА МОДЕЛЬ УДАРУ ПРИ ДИНАМІЧНОМУ АНАЛІЗІ ПРОЦЕСІВ ГАЛЬМУВАННЯ СТІЧКОВИХ КОНВЕЄРІВ

І. О. КАДИКАЛО, кандидат технічних наук, асистент
Національний університет біоресурсів і природокористування України:
E-mail: kadykaloivan@nubip.edu.ua

Обґрунтована модель удару, що дозволяє робити якісний динамічний аналіз процесів гальмування стрічкових конвеєрів. При цьому для побудови дискретної моделі навантажена гілка конвеєра представляється у вигляді елементарних дискретних мас, пов'язаних між собою пружними елементами. Позбавлене питання про кількість елементарних мас і пружних елементів, що моделюють навантажену гілку стрічкового конвеєра. Використана багатомасова дискретна модель, яка зазвичай описує процес граничного зіткнення пружного стрижня з обмежувачем.

Дискретна модель удару може описати процес гальмування стрічкового конвеєра (в межах його стрижневої системи), якщо зіткнення з перешкодою уявити як взаємодія ланцюжка мас, що розчленовують суцільний стрижень (стрічку конвеєра) на досить велике число елементарних дискретних мас, з'єднаних між собою пружними елементами.

Форма представлення моделі у вигляді звичайних диференціальних рівнянь дозволяє порівняно легко здійснити моделювання процесу гальмування стрічкового конвеєра на ПЕОМ.

УДК 629.359, 681.513.1

ПРИСТРІЙ ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ МАЛОГАБАРИТНИХ ВАНТАЖІВ

Ю. О. РОМАСЕВИЧ, д.т.н., проф.,
В. С. ЛОВЕЙКІН, д.т.н., проф.,
О. Ю. ЗАРІВНИЙ аспірант 1 р. н.,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: romasevichyuriy@ukr.net, lovvs@ukr.net, Alex-zar@ukr.net

В умовах складського зберігання, або при повсякденному житті постає необхідність в транспортуванні малогабаритних вантажів. Для полегшення такої діяльності застосовують сторонні засоби, такі як дво- або чотири колісні візки. Однак, людина все одно затрачає енергію для приведення в рух візка і контролю його траєкторії руху. Тому існують методи автоматизації зберігання

та обліку продукції на складах з великим обігом продукції. Існує кілька підходів вирішення проблеми автоматизації складського зберігання:

- 1) з модифікацією самих стелажів;
- 2) з використанням візків або рухомих платформ, які працюють автоматично;
- 3) з використанням автоматичних візків, які працюють сумісно з людиною.

Більш детально буде розглянутий третій підхід, а саме концепція сумісного використання рухомих платформ або візків з людиною. Це полегшує працю людини та з економічної точки зору не потребує значних матеріальних вкладень та дозволяє впровадити таку систему в існуючих вже складських приміщеннях.

Наприклад, автоматичні візки фірми LOCUS Robotics [1]. В них реалізована спільна робота людини і робота. Людина відбирає необхідний товар зі стелажів до корзин, які розташовані на візку, після відбору він автоматично їде до пункту видачі, де інший працівник складу приймає товар. Так працівники під час роботи не втрачають час та сили на транспортування вантажу. Це покращує продуктивність робітника та відповідно зменшує чисельність персоналу, для виконання одного обсягу роботи.

Візки автоматично визначають найкоротшу траєкторію руху до наступного пункту, також вони оснащені датчиками наближення, але не мають комп'ютерного зору та не можуть об'їжджати перешкоди, або слідувати за людиною. Конструктивно (рис. 1) візок має 4 колеса, 2 з яких приводні.

Наступний приклад це персональні роботи-компаньйони, які можуть перевозити малогабаритний вантаж по вулицям, в супермаркетах та в аеропортах. Одним із представників таких пристроїв є робот-кур'єр Gita [2] (рис. 2).



Рис.1. Автоматичний візок LOCUS



Рис. 2. Персональні роботи-кур'єри Gita

Дані роботи-кур'єри є автономними засобами для транспортування вантажів, вони можуть слідувати за людиною та оминати перешкоди, також мають комп'ютерне бачення і можуть розпізнавати карту місцевості для прокладання найкоротшого шляху до цілі. Принцип роботи базується на нестійкій динамічній системі з двох коліс, що розташовані на одній осі. Присутній також механізм статичного балансування, шляхом зміщення осей коліс в перпендикулярній до неї площині. Колеса великого діаметра та занижений центр ваги дозволяє роботу долати невисокі бордюри та перешкоди на дорозі, це покращує стійкість в цілому. Але все таки він не здатен підніматись по сходах або долати високі пороги, тому при необхідності вручну перемістити робота масою 20-40 кг, або підняти його для долання перешкоди буде проблематично.

Вивчаючи представників даної тематики, виявилось, що їх не так багато. І концепція в основному базується на чотириколісних варіантах візків з різними типами керування та орієнтації в просторі. Тому цікаво опрацювати такий варіант розташування колісних рушіїв, як в самокаті, коли два колеса розташовані в одній площині. Існують приклади реалізації автономного пересування та стабілізації у сфері виготовлення мотоциклів або велосипедів. Там реалізується балансування в статиці двома шляхами:

- 1) шляхом зміщення чи повороту осі переднього, або заднього коліс, а в динаміці ще допомагає поворот переднього колеса в напрямку зміщення центра ваги пристрою;
- 2) шляхом застосування гіроскопічного ефекту маховика, який протидіє відхиленням від стану рівноваги машини.

Перший тип є більш цікавим, оскільки не потрібна постійна робота маховика, який обертається з високою швидкістю. Але застосування цього принципу в поєднанні з задачами, які реалізовані в персональному роботі-кур'єрі Gita ще не були опрацьовані.

В американській базі патентів є схожий по принципу роботи пристрій (рис. 3) [3]. Пристрій, який описаний у патенті, являє собою двоколісний мотоцикл з механізмом стабілізації в статиці, шляхом зміщення осі повороту коліс. На його базі можна розробити бажаний варіант пристрою. Однією з переваг такого варіанту буде більша швидкість пересування та краща повздовжня стійкість.

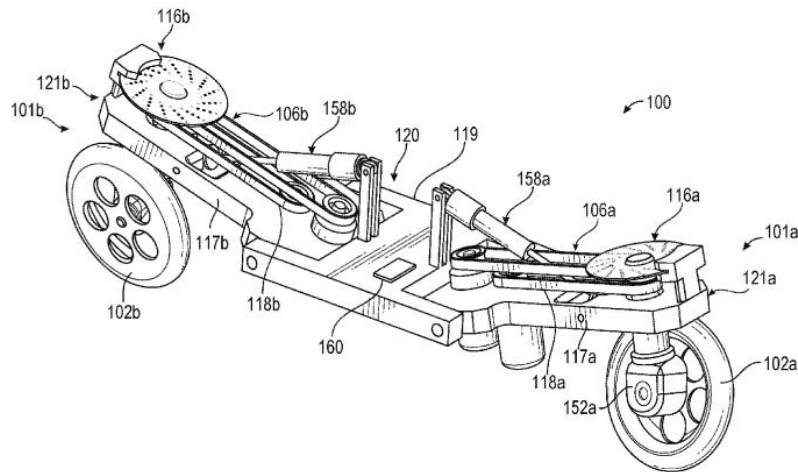


Рис.3. Робот-мотоцикл з автоматичним балансуванням

Список використаних джерел

1. Автоматичний візок фірми LOCUS. URL: <https://locusrobotics.com/> [доступ 17.02.2022]
2. Персональний робот-кур'єр Gita/ URL: <https://mygita.com/> [доступ 17.02.2022]
3. Робот-мотоцикл з механізмом автоматичного балансування. URL: <https://www.freepatentsonline.com/10486755.html> [доступ 17.02.2022]

УДК: 621.87

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ОПТИМАЛЬНИХ РЕГУЛЯТОРІВ РУХУ ДИНАМІЧНОЇ СИСТЕМИ „КРАН-ВАНТАЖ”

Ю. О. РОМАСЕВИЧ, доктор технічних наук, професор;
В. С. ЛОВЕЙКІН, доктор технічних наук, професор;
В. В. МАКАРЕЦЬ, аспірант;
О. І. ЩЕРБАК, студент;
E-mail: loxa.shcherback@ukr.net

Усунення коливань вантажу на гнучкому підвісі при експлуатації кранів прольотного типу дозволяє підвищити їхню продуктивність роботи. Тому були

проведені теоретичні розрахунки, які дали змогу отримати налаштування (коефіцієнти) регуляторів руху динамічної системи „кран-вантаж”. Для доведення адекватності цих розрахунків були проведені відповідні експериментальні дослідження. Їхні результати наведено на рис. 1.

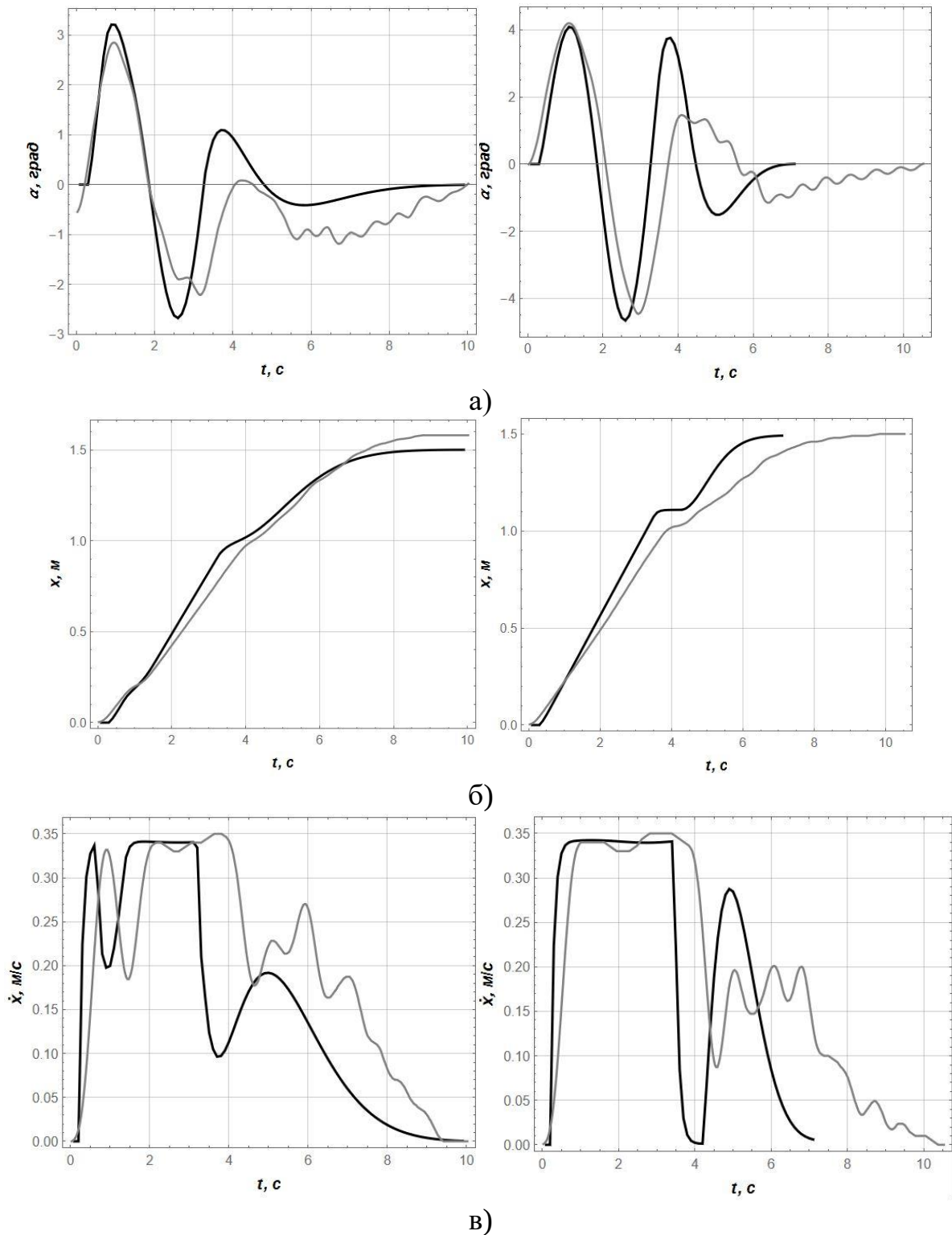


Рисунок 1 – Графіки теоретичних та експериментальних даних щодо фазових координат руху системи „кран-вантаж”: а) кут відхилення канату з вантажем від вертикалі; б) положення візка; г) швидкість візка

На рис. 1 сірим кольором зображено експериментальні дані, а чорним – теоретичні. Ліві графічні залежності відповідають першому набору коефіцієнтів регулятора, а праві – другому. Вони обидва – оптимальні. Відмінність цих наборів полягає у тому, що перший відповідає більш „м’якому” керуванню.

З рис. 1. видно певне відхилення даних експериментів від теоретичних розрахунків. Причини цих відхилень будуть встановлені у ході подальших досліджень.

УДК 621.87

ДИНАМІЧНИЙ АНАЛІЗ ТЯГОВОЇ ЛЕБІДКИ

В. С. ЛОВЕЙКІН, д.т.н., проф.,
Ю. О. РОМАСЕВИЧ, д.т.н., проф.,
А. П. ЛЯШКО, к.т.н.,
Р. О. СТОРОЖ, студ.

Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: lovvs@ukr.net

Механізм переміщення тягової лебідки при роботі на ділянках перехідних процесів (пуск, гальмування) характеризуються наявністю динамічних навантажень, що виникають в елементах приводного механізму і в канаті. В канаті виникає нерівномірний рух, який пов’язаний із завантаженням та розвантаженням довгомірних деревних матеріалів, а також через властивості елементів механізму. Вони негативно впливають на елементи конструкції, і призводять до руйнування механізму, підвищення енергозатрат, погіршення роботи крана. При переході від реальної конструкції механізму переміщення тягової лебідки до його динамічної моделі нехтуємо масами канатів, валів, але враховуємо їхню жорсткість. При побудові динамічної моделі механізму переміщення тягової лебідки враховуємо зосереджені маси, залежності рушійних та гальмівних сил від частоти обертання ротора електродвигуна, а також зміну приведених мас U кожному конкретному випадку одні фактори є головними, а інші – другорядними. Модель не повинна бути громіздкою, повинна відображати основні елементи механізму переміщення тягової лебідки і їхні властивості, бути нескладною для полегшення розрахунків. Динамічна модель тягової лебідки представлена на рис.1. Параметрами динамічної моделі

є: m_{n1} , m_{n2} – приведені маси першої (до пружного елементу) та другої (після пружного елементу) частин лебідки; F_{n1} , F_{n2} – приведені сили відповідно першої та другої частин лебідки; c_n – приведена до канату, що набігає на приводний барабан, жорсткість тягового органу системи; x_1 , x_2 – узагальнені координати першої та другої зведених мас динамічної моделі.

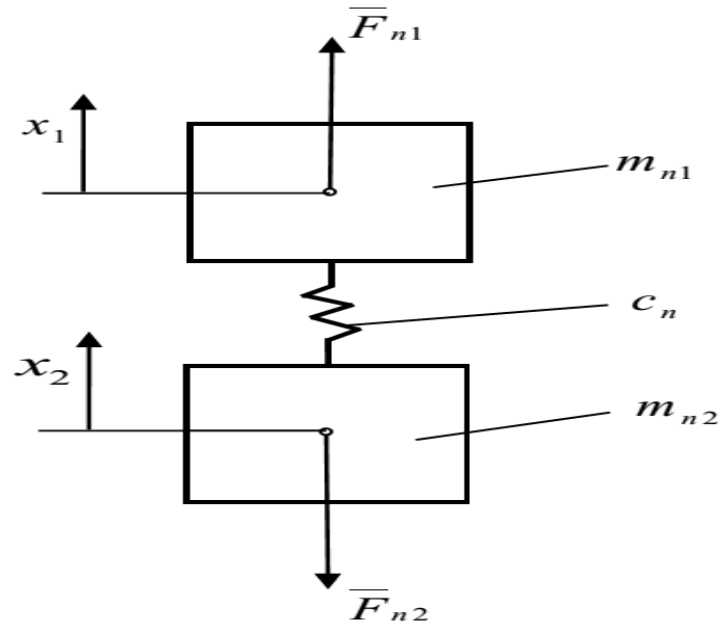


Рис.1- Динамічна модель тягової лебідки

На основі побудованої динамічної моделі складено математичну модель, яка представлена наступними диференціальними рівняннями

$$\begin{cases} m_{n1} \cdot \ddot{x}_1 = F_{n1} - c_n (x_1 - x_2); \\ m_{n2} \cdot \ddot{x}_2 = -F_{n2} + c_n (x_1 - x_2). \end{cases} \quad \text{I}$$

В результаті розв'язку цієї системи рівнянь отримані узагальнені координати та їхні похідні за часом, з яких визначені силові та енергетичні характеристики лебідки (рис.2).

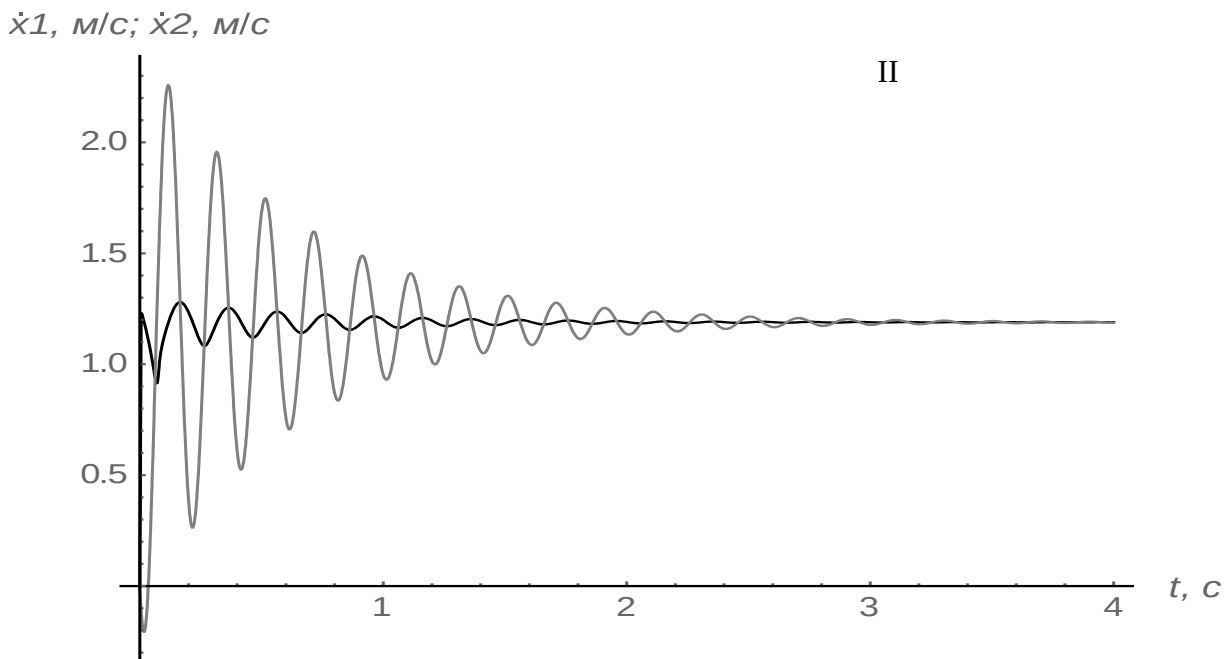


Рис.2- Графіки швидкостей першої та другої зведених мас тягової лебідки

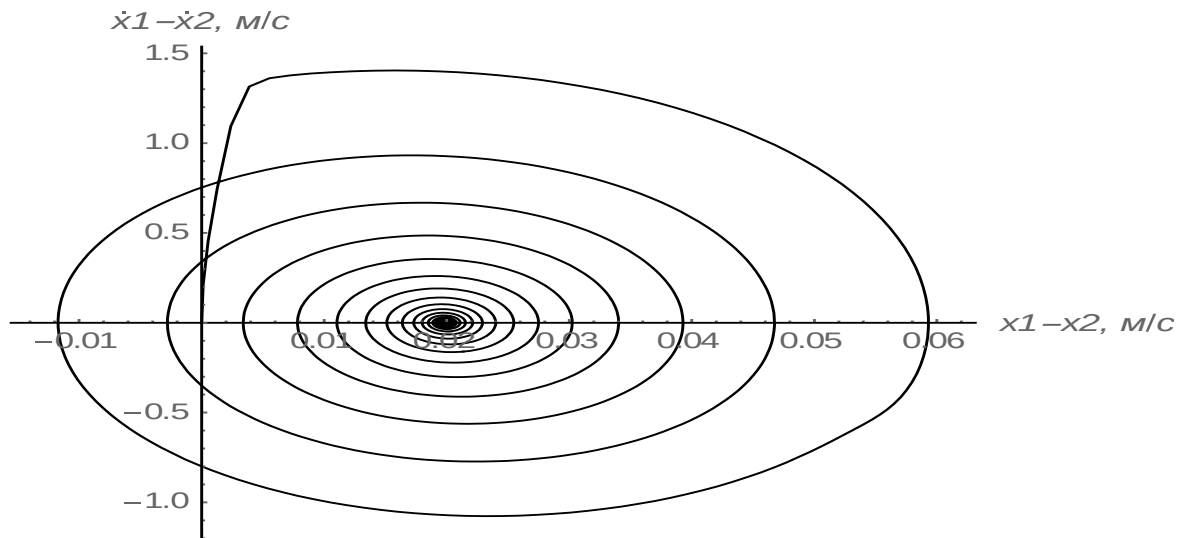


Рис.3- Фазовий портрет коливань зведених мас лебідки

З графічних залежностей швидкостей зведених мас (рис.3,4) видно, що на ділянці пуску спостерігаються значні коливання швидкостей як першої (приводу), так і другої (вантажу) приведених мас тягової лебідки, які протягом чотирьох секунд руху згасають. Однак на початку руху мають місце значні коливання швидкості вантажу, максимальне значення якої майже вдвічі перевищує усталене значення.

УДК 621.87

ДИНАМІЧНИЙ АНАЛІЗ ГВИНТОВОГО КОНВЕЄРА

В. С. ЛОВЕЙКІН, д.т.н., проф.,
Ю. О. РОМАСЕВИЧ, д.т.н., проф.,
А. П. ЛЯШКО, к.т.н.,
В. Г. КОВАЛЬ, студ.

Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: lovvs@ukr.net

Робота гвинтових конвеєрів супроводжується значними навантаженнями в елементах робочого органу, зокрема гвинтового вала, спіралі шнека, жолоба та приводного механізму. Навантаження на елементи конструкції гвинтового конвеєра носять, як правило, змінний характер періодичної дії. Такий вид навантажень приводить до змінних циклічних напружень в елементах робочого органу та приводного механізму. Наявність циклічних напружень сприяє втомному руйнуванню основних елементів гвинтового конвеєра. Серед навантажень, що діють на елементи конструкції гвинтового конвеєра домінуюче роль відіграють динамічні навантаження, тому дослідження динамічних навантажень при роботі гвинтових конвеєрів є досить актуальною

задачею при їхньому проектуванні. Особливу роль відіграє дія динамічних навантажень при підвищенні продуктивності гвинтових конвеєрів за рахунок збільшення робочих швидкостей. Новітні розробки, обладнання транспортно-технологічних механізмів гвинтових конвеєрів неперервної дії повинні базуватися на коректних фізичних і математичних моделях процесів, які відбуваються при транспортно-технологічних операціях та можуть бути реалізовані доступними математичними методиками. Тому важливою задачею є створення й обґрунтування параметрів нових конструкцій високоефективних багатофункціональних гвинтових систем з розширеними транспортно-технологічними можливостями шляхом розробки методології їхнього проектування та конструктивного і технологічного удосконалення із розвитком відповідних механіко-технологічних основ, що має важливе народногосподарське значення. Проведений аналіз досліджень гвинтових конвеєрів для виконання транспортно-технологічних операцій в сільськогосподарському виробництві показує напрямок підвищення їхньої ефективності шляхом створення і дослідження конструкцій багатофункціональних секційних гвинтових конвеєрів з розширеною зоною обслуговування. У результаті здійснення аналізу особливостей проектування гвинтових конвеєрів сучасних методів пошуку технічних рішень із використанням теорій моделювання та синтезу з'ясовано, що існує ряд невирішених теоретичних та практичних питань, пов'язаних з проблемами розробки ефективних гвинтових конвеєрів з можливостями технологічного перетворення і мобільної зміни довжини та траєкторії перевантаження сільськогосподарських матеріалів. Тому є потреба у дослідженні динамічних процесів при роботі гвинтових конвеєрів в перехідних процесах.

Гвинтовий конвеєр з приводним механізмом представимо як механічну систему, що складається з абсолютно твердих елементів, окрім пружної муфти, яка з'єднує ротор електродвигуна з вхідним валом редуктора. Отже, в прийнятій динамічній системі гвинтового конвеєра враховується основний рух, який визначається роботою приводного електродвигуна і додатковий коливальний рух, який залежить від коефіцієнта жорсткості пружної муфти та параметрів конструкції і характеристик діючих зовнішніх навантажень. Така динамічна модель гвинтового конвеєра буде мати два ступені вільності, тому гвинтовий конвеєр представимо у вигляді двомасової динамічної моделі. Тут до першої маси входять ротор приводного електродвигуна та півмуфта, що з ним з'єднана. До другої маси входять всі інші елементи (півмуфта з гальмівним шківом, редуктор, жорстка муфта, гвинтовий вал) і вантаж, що транспортується гвинтовим конвеєром. Вантаж являє собою зернову суміш, яка використовується для годівлі тварин. Всі елементи приведених мас динамічної моделі приводимо до осі пружної муфти, причому ротор електродвигуна приводиться до півмуфти, яка з ним з'єднана, а всі інші елементи конвеєра та вантаж приводяться до другої півмуфти, яка з'єднана з вхідним валом редуктора. Для такої динамічної моделі побудовано математичну модель у

вигляді системи диференціальних рівнянь другого порядку. Розв'язок цих рівнянь дозволив провести динамічний аналіз (рис.1).

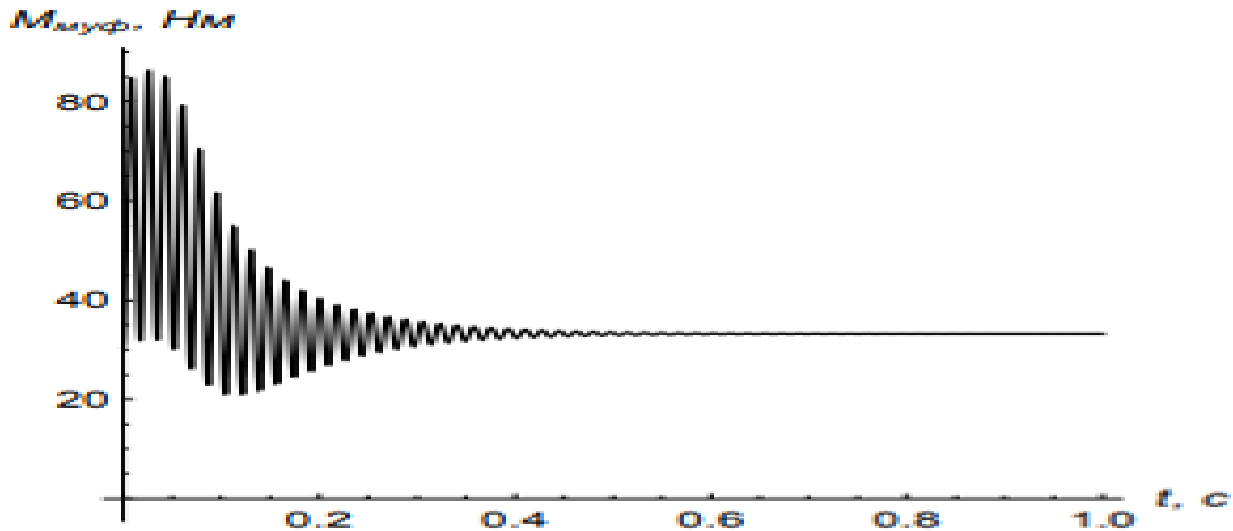


Рис.1- Графік змін моменту в пружній муфті приводу конвеєра

В пружній муфті приводу гвинтового конвеєра (рис.1) мають місце високочастотні коливання моменту, де максимальне значення пружного моменту становить 85 Н*м і в 2,4 рази перевищує своє усталене значення. Тут коливання пружного моменту затухають десь до 0,6 с руху.

УДК 621.87

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМУ РУХУ ЕЛЕКТРОТРАКТОРА

В. С. ЛОВЕЙКІН, д.т.н., проф.,
Ю. О. РОМАСЕВИЧ, д.т.н., проф.,

А. П. ЛЯШКО, к.т.н.,

О. В. БУНДАЛЕВСЬКИЙ, студ.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: lovvs@ukr.net

Важливою характеристикою трактора є забезпечення необхідного тягового зусилля при використанні його як транспортного засобу при перевезенні вантажів або в складі орного агрегату при виконанні технологічних операцій оранки ґрунту. При використанні трактора в інтенсивному режимі в його елементах та приводному механізмі виникають значні динамічні навантаження, які мають суттєвий вплив на його продуктивність, надійність та енергетичні витрати. Тягове зусилля трактора та величина динамічних навантажень в значній мірі залежать від величини та характеру зміни рушійного моменту

приводного електродвигуна. В зв'язку з цим виникає потреба в керуванні рушійним зусиллям приводного механізму електротрактора. Найбільшу ефективність від такого керування можна отримати, якщо використовувати методи оптимального керування рухом електротрактора.

Найбільш доцільним є розв'язання задачі оптимального керування рухом електротрактора, якщо обрати в якості параметра керування рушійне зусилля приводного механізму. Рушійне зусилля обмежується, однак воно має більш природний характер, в порівнянні з обмеженням прискорення електротрактора. Це зусилля визначається потужністю приводного електродвигуна, умовами зчеплення ходових коліс трактора з ґрунтом або дорожнім полотном та вимогами міцності. Це означає, що швидкість та прискорення електротрактора змінюватимуться залежно від рушійного зусилля та взаємодії приводних коліс з ґрунтовим чи дорожнім середовищем. Це призведе до ускладнення розв'язання задачі керування, проте режим руху, який буде отримано, можна вважати оптимальним з точки зору швидкодії, тобто підвищення продуктивності електротрактора при виконанні технологічних чи транспортних операцій. Звідси можна зробити висновок, що основу критерію оптимального керування рухом електротрактора повинно складати рушійне зусилля приводного механізму. Причому це зусилля повинно відображати рух електротрактора протягом всієї ділянки руху і представлятись в квадратичному вигляді, щоб не було можливості компенсації додатних значень зусиль їхніми від'ємними значеннями.

Тому за критерій оптимізації режиму руху електротрактора доцільно обрати середньоквадратичне значення рушійного зусилля приводного механізму за час перехідного процесу руху (пуск, гальмування, зміна швидкості руху, аварійна зупинка), яке визначається такою залежністю

$$F_{\text{пск}} = \left[\frac{1}{t_1} \int_0^{t_1} F_{\text{п1}}^2 dt \right]^{\frac{1}{2}} \rightarrow \min, \quad (1)$$

де t - час; t_1 - тривалість перехідного процесу руху електротрактора; $F_{\text{п1}}$ - рушійне зусилля приводного механізму.

Для розв'язання задачі оптимального керування рухом електротрактора використано двомасову динамічну модель, яка представлена системою двох диференціальних рівнянь другого порядку. Оптимізація режиму руху електротрактора проведена на ділянці пуску. В результаті мінімізації критерію (1) на ділянці пуску отримано оптимальний режим руху, який забезпечує плавну зміну кінематичних та динамічних характеристик електротрактора. На рис.1 наведено графічну залежність зміни рушійного зусилля приводу при оптимальному силовому режимі пуску електротрактора.

З отриманої залежності видно, що рушійне зусилля від максимального значення на початку пуску, яке становить 3,7 кН, плавно спадає до усталеного значення, яке дорівнює 1,0 кН. Разом з тим, спостерігаються низькочастотні коливання рушійного зусилля викликані зміною сили опору та пружними властивостями приводного механізму.

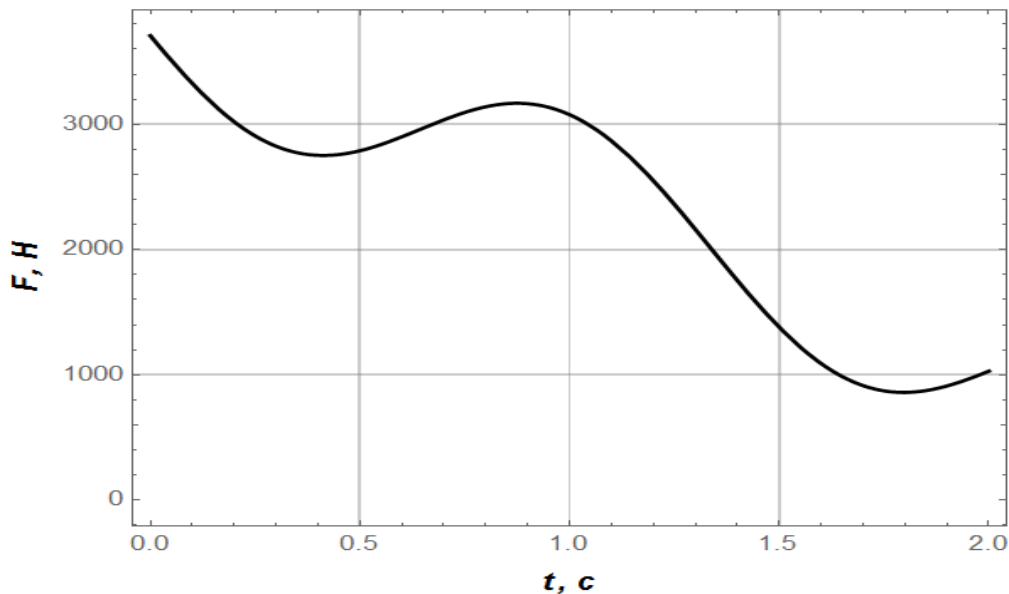


Рис.1- Графік зміни рушійного зусилля приводу електротрактора при оптимальному режимі пуску

В результаті проведеної оптимізації режиму руху приводного механізму електротрактора отримано кінематичні, силові та енергетичні характеристики, які до мінімуму зводять дію динамічних навантажень і забезпечують плавний режим руху на ділянці пуску.

УДК 621.87

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМУ ПУСКУ МЕХАНІЗМУ ПІДЙОМУ ВАНТАЖУ МОСТОВОГО КРАНА

В. С. ЛОВЕЙКІН, д.т.н., проф.,
Ю. О. РОМАСЕВИЧ, д.т.н., проф.,

А. П. ЛЯШКО, к.т.н.,

Н. О. ПОТЕРЯЙКО, студ.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: lovvs@ukr.net

Сучасні мостові крани працюють зі значними швидкостями руху механізмів, що приводить до підвищення їхньої продуктивності. Крім того, робота мостових кранів характеризується високою енергоефективністю та надійністю. Забезпечити виконання цих характеристик досить складно, бо вони носять суперечливий характер. Підвищення продуктивності вимагає збільшення енергетичних витрат. Для поєднання цих характеристик виникає потреба дослідження динамічних та енергетичних процесів, що виникають під час руху мостових кранів. Для забезпечення ефективної експлуатації мостових

кранів є потреба в оптимізації їхніх режимів руху, особливо на ділянках перехідних процесів (пуск, гальмування, зміна швидкості руху). Вирішення оптимізаційних задач керування рухом мостових кранів є досить важливою задачею, оскільки вирішення її дає можливість підвищити продуктивність та надійність роботи кранів, а також покращити енергоефективність роботи механізмів мостових кранів. Аналіз останніх досліджень динаміки та оптимізації режимів руху мостових кранів показує доцільність саме такого напрямку підвищення ефективності роботи мостових кранів. Динамічні та енергетичні процеси у мостових кранах та їхніх механізмах досліджені на достатньому рівні. Однак, ще не в повній мірі враховуються можливості сучасних систем керування рухом крановими механізмами і краном в цілому. Сучасні системи керування дозволяють реалізувати практично всі існуючі діаграми зміни швидкості або рушійного моменту. Встановлено, що при реостатному керуванні швидкістю руху приводного механізму мостового крана в його елементах виникають значні динамічні навантаження. Крім того, при такому керуванні швидкістю руху мають місце інтенсивні енергетичні втрати в приводах кранових механізмів. Для усунення цих небажаних чинників роботи кранових механізмів, а також з метою підвищення продуктивності роботи мостового крана за рахунок усунення коливань вантажу на гнучкому підвісі необхідно виконати оптимізацію режиму його руху на ділянках перехідних процесів.

Для проведення оптимізації режиму руху механізму підйому вантажу використано двомасову динамічну модель руху мостового крану, якій відповідає система двох диференціальних рівнянь другого порядку. В механізмі підйому вантажу найбільші динамічні навантаження коливального характеру виникають в пружному елементі приводу, тому за критерій оптимізації обрано середньоквадратичне значення швидкості зміни пружного моменту в зубчастій муфті, що з'єднує вихідний вал редуктора та вал барабана. Цей критерій є інтегральним, тобто оцінює роботу механізму за певний проміжок часу, і виражається наступною залежністю

$$\dot{M}_n = \left(\frac{1}{t_1} \int_0^{t_1} \dot{M}_n^2 dt \right)^{\frac{1}{2}}, \quad (1)$$

де t, t_1 – координата часу та тривалість процесу пуску приводу механізму підйому вантажу; $\dot{M}_n$ – швидкість зміни пружного моменту в зубчастій муфті механізму підйому вантажу.

В результаті мінімізації критерію (1) отримано оптимальний режим пуску механізму підйому вантажу, який виражається наступною залежністю

$$\varphi_2 = \frac{C_1 t^5}{120} + \frac{C_2 t^4}{24} + \frac{C_3 t^3}{6} + \frac{C_4 t^2}{2} + C_5 t + C_6, \quad (2)$$

де $C_1, \dots, C_6$ – постійні інтегрування, які визначаються з крайових умов руху.

На основі отриманого оптимального режиму руху визначені оптимальні характеристики руху механізму підйому вантажу. Серед цих характеристик можна виділити залежність змін моменту в пружному елементі приводу механізму підйому вантажу, яка наведена на рис.1.

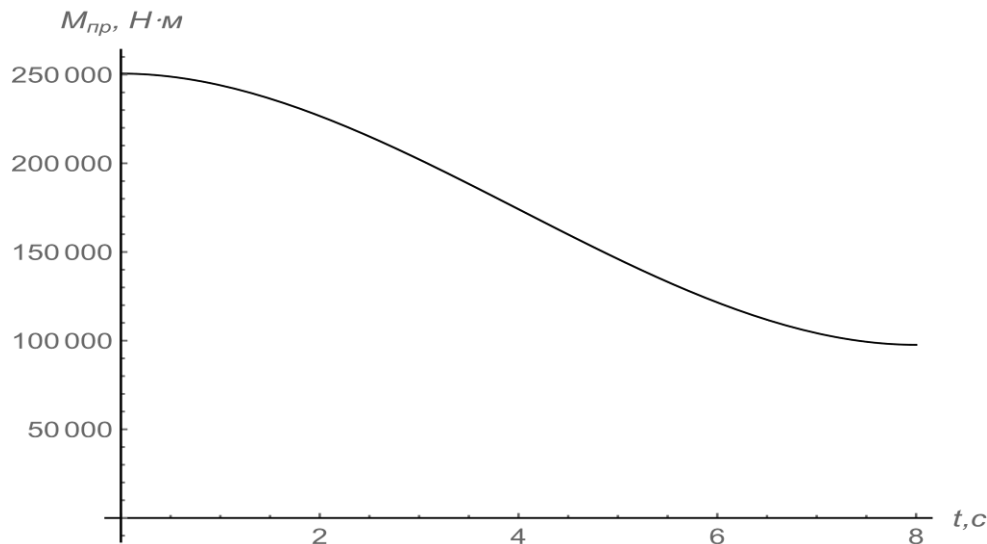


Рис.1- Графік зміни моменту в пружному елементі приводу

Пружний момент в приводному механізмі підйому вантажу (рис. 1) при оптимальному режимі пуску змінюється плавно без коливань від максимального до усталеного значення на ділянці пуску. При цьому максимальне значення в 2,5 рази перевищує усталене значення, що менше (2,9) допустимого перевантаження електродвигуна та приводного механізму. Необхідно відзначити, що при некерованому пуску механізму підйому вантажу в пружному елементі приоду виникають значні коливальні процеси, при яких динамічні навантаження значно перевищують навантаження при оптимальному режимі пуску.

УДК 621.87

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМУ ПУСКУ СКРЕБКОВОГО КОНВЕЄРА

В. С. ЛОВЕЙКІН, д.т.н., проф.,
Ю. О. РОМАСЕВИЧ, д.т.н., проф.,
А. П. ЛЯШКО, к.т.н.,
А. С. КРИВОНОС, студ.

Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: lovvs@ukr.net

Для скребкового конвеєра не дуже важливо, який з параметрів обирати за критерій оптимізації режиму руху, адже прискорення тягового органу та рушійне зусилля приводного механізму є параметрами, які лінійно залежать між собою. Для скребкового конвеєру прискорення тягового органу залежить не тільки від рушійного зусилля приводного механізму, а ще й від взаємодії з вантажем, що транспортується. Якщо параметром керування обрати прискорення тягового органу конвеєра, то це прискорення для максимальної

швидкодії скребкового конвеєра повинно бути сталою величиною та максимально допустимим на кожному етапі руху. Такий режим керування рухом не допомагає максимально можливого скороченню тривалості перехідного циклу скребкового конвеєра. Більше того, щоб реалізувати стале прискорення на тяговий орган з вантажем необхідно встановити спеціальний регульований приводний механізм.

Найбільш доцільним є розв'язання задачі оптимального керування рухом скребкового конвеєра, якщо обрати в якості параметра керування рушійне зусилля приводу або швидкість його зміни в часі. Рушійне зусилля обмежується, однак воно має більш природний характер, в порівнянні з обмеженням прискорення тягового органу з вантажем. Разом з тим, з динамічного аналізу руху скребкового конвеєра встановлено, що мають місце високочастотні коливання більшості характеристик руху скребкового конвеєра зі значними амплітудами коливань. Оскільки високочастотні коливання елементів конструкції скребкового конвеєра в значній мірі залежать від швидкості зміни рушійного зусилля (моменту сили), то саме цей параметр з метою зменшення цих коливань доцільно обрати в якості параметра керування. Оскільки є потреба в оптимізації режиму руху конвеєра протягом всього процесу пуску, то параметр керування повинен бути інтегральним на цій ділянці руху.

Виходячи з наведеного, приходимо до висновку, що за критерій оптимізації режиму руху скребкового конвеєра доцільно обрати середньоквадратичне значення швидкості зміни в часі рушійного моменту приводного механізму за час пуску, яке визначається наступною залежністю

$$\dot{M}_n = \left(\frac{1}{t_1} \int_0^{t_1} \dot{M}_n^2 dt \right)^{\frac{1}{2}},$$

(1)

де t - час; t_1 - тривалість перехідного процесу пуску скребкового конвеєра з вантажем; $\dot{M}_n$ - швидкість зміни пружного моменту в запобіжній муфті скребкового конвеєра.

Обраний критерій відображає динамічні процеси, які мають місце при роботі скребкового конвеєра під час проходження перехідних процесів (пуск, гальмування, зміна швидкості руху тягового органу, аварійна зупинка). Він інтегральний за формою і оцінює режим руху скребкового конвеєра протягом всієї ділянки руху. Цей критерій приймає числове значення за час руху, а це значить, що він дозволяє оцінювати режими руху і вибирати серед них найкращі з позицій усунення коливань і зменшення динамічних навантажень.

Для проведення оптимізації режиму руху скребкового конвеєра використаємо двомасову динамічну модель, якій однозначно відповідає система двох диференціальних рівнянь другого порядку. Така математична модель отримана на основі принципу динамічної рівноваги Даламбера і представляється наступною системою рівнянь:

$$\begin{aligned} J_{n1} \ddot{\varphi}_1 &= M_{n1} - c(\varphi_1 - \varphi_2); \\ J_{n2} \ddot{\varphi}_2 &= c(\varphi_1 - \varphi_2) - M_{n2}, \end{aligned} \quad (2)$$

де J_{n1}, J_{n2} - відповідно моменти інерції першої та другої зведених мас динамічної моделі скребкового конвеєра; M_{n1}, M_{n2} - зведені моменти сил першої та другої зведених мас динамічної моделі скребкового конвеєра; c - коефіцієнт жорсткості пружного елемента приводу скребкового конвеєра зведений до запобіжної муфти; φ_1, φ_2 - кутові координати першої та другої зведених мас динамічної моделі скребкового конвеєра.

В результаті мінімізації критерію (1) отриманий оптимальний режим пуску, який мінімізує коливання в елементах конструкції конвеєра, про що свідчить графічна залежність швидкість зміни другої зведеної маси динамічної моделі (рис.1).

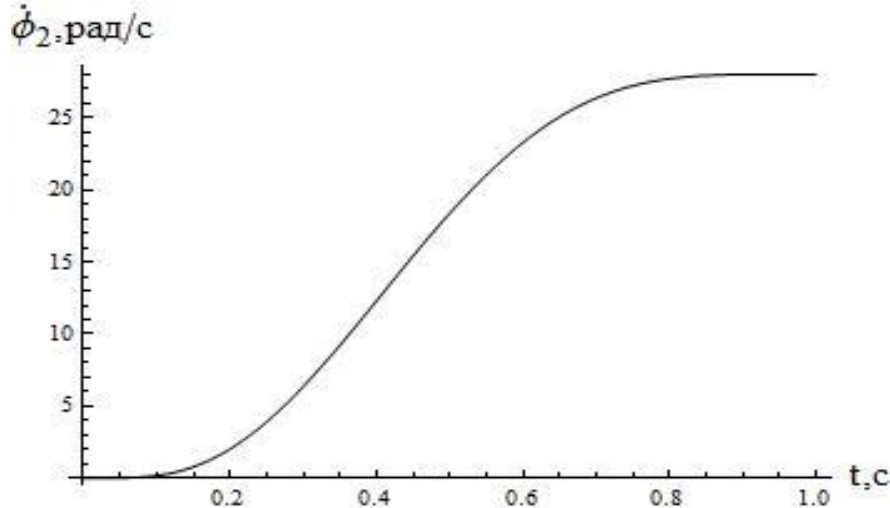


Рис.1- Графік зміни кутової швидкості зведеної маси тягового органу

Графік зміни кутової швидкості другої зведеної маси (рис. 1) має плавний характер зміни з поступовим зростанням швидкості від до усталеного значення. При цьому кутова швидкість змінюється без коливань, що вказує на сприятливий характер зміни динамічних процесів в тяговому органі з вантажем в процесі пуску скребкового конвеєра.

УДК 631.31

ОБГРУНТУВАННЯ ПРОФІЛЮ РОЗПУШУВАЛЬНОЇ ЛАПИ У ДВОМІРНОМУ ПРОСТОРОВОМУ ВИМІРІ

М. С. ХРАМОВ, асистент кафедри агроінженерії,
Миколаївський національний аграрний університет,
E-mail: khramov_ns@mnaeu.edu.ua

Вступ. Всі відомі результати теоретичних та експериментальних досліджень, у тому числі і статистичні дані, накопичені на основі досвіду використання тих чи інших робочих органів, що забезпечують необхідну

технологічну та технічну надійність у роботі, враховуються у вигляді додаткових умов до функціоналу. Тільки після вивчення умов використання досліджуваного робочого органу ставиться завдання і проводяться дослідження з пошуку його раціонального профілю [1].

Процес взаємодії робочих органів із ґрунтом неминуче пов'язано із деформацією пласта, як вважав В.П. Горячкін, є основною перешкодою для різноманітних теоретичних досліджень. О.М. Зеленін вказував на дуже складний характер процесу опору ґрунтів різанню. Однак, на його думку, відомі методи досліджень забезпечують розширення знань у галузі фізико-механічної сутності різання ґрунтів [2,3].

Опис результатів. Початок рухомої системи координат xOy сумісний з точкою перетину профільної лінії розпушувальної лапи з площиною поверхні ґрунту (рис. 1). Осі координат x і y направимо відповідно у бік руху розпушувальної лапи і перпендикулярно до площини поверхні, тобто вглиб ґрунту.

Розподіл проекцій тисків ґрунту на робочу поверхню ножа вертикального різання на вісь x приймемо у вигляді:

$$q_x = ky^m; \quad (1)$$

де k і m – постійні коефіцієнти, що залежать від умов різання ґрунту.

Тоді закономірність розподілу нормального тиску ґрунту на ножі визначається за формулою:

$$q = ky^m \frac{\sqrt{1+y'^2}}{y'},$$

а функціонал матиме вигляд:

$$R_x = kb_\Lambda \int_0^{x_k} y^m \frac{\sqrt{1+y'^2}}{y'} (y' + f) dx;$$

де b_Λ – ширина розпушувальної лапи.

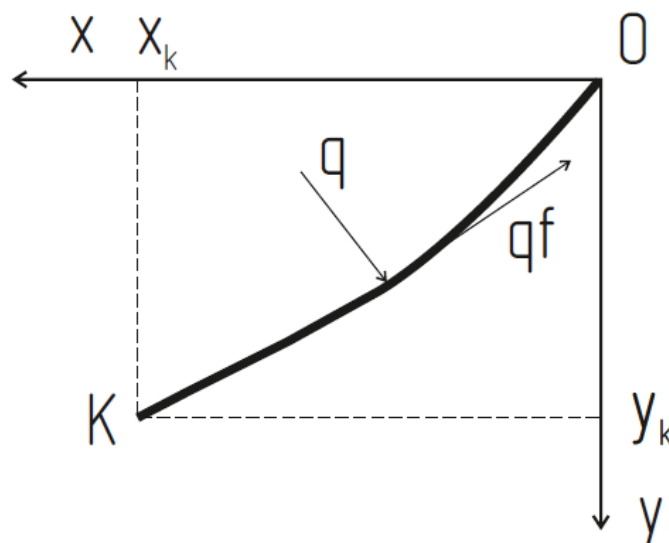


Рис. 1 До обґрунтування профілю розпушувальної лапи

Для забезпечення якісних показників робіт розпушувальної лапи виробничого виготовлення необхідно вирішити задачу визначення оптимального, з енергетичної точки зору, профілю лапи зі збереженням координат її граничних точок при максимальній глибині ходу [4]. З огляду на це ставимо варіаційне завдання: з множини кривих, що проходять через точки $y(0)=0$ та $y(0,21)=0,16$, знайти ту профільну лінію розпушувальної лапи з незмінною шириною b_{Λ} , яка забезпечує їй мінімальний тяговий опір. Для цього необхідно, щоб підінтегральна функція:

$$F = y^m \frac{\sqrt{1+y'^2}}{y'} (y' + f) \quad (2)$$

задовольняла рівняння Ейлера.

Після обчислення часткових похідних отримаємо складові рівняння:

$$\frac{\partial F}{\partial y} = m y^{m-1} \frac{\sqrt{1+y'^2}}{y'} (y' + f); \quad (3)$$

$$\frac{\partial^2 F}{\partial y \partial y'} = m y^{m-1} \frac{y^3 - f}{y'^2 \sqrt{1+y'^2}}; \quad (4)$$

$$\frac{\partial^2 F}{\partial y \partial y'} = 0; \quad (5)$$

$$\frac{\partial^2 F}{\partial y'^2} = y^{m-1} \frac{y^3 + 3f y'^2 + 2f}{y'^3 (1+y'^2) \sqrt{1+y'^2}}. \quad (6)$$

У результаті рівняння Ейлера буде мати вигляд:

$$y'' = \frac{m(f y'^2 + y' + 2f)(1+y'^2)y'^2}{y(y'^3 + 3f y'^2 + 2f)}. \quad (7)$$

Розв'язок диференціального рівняння з урахуванням граничних умов дозволяє отримати рівняння профільної лінії розпушувальної лапи, маючої екстремальне значення сили опору руху її в ґрунті. З рівняння (6) видно, що за

$y' > 0 \quad \frac{\partial^2 F}{\partial y'^2} > 0$ відповідно до умови Лагранжа забезпечує мінімум функціонала.

Диференціальне рівняння (7) було вирішено нами чисельним методом з використанням комп'ютера.

На рис. 2 показані профільні лінії розпушувальної лапи, отримані з використанням наближених та чисельних методів розв'язання диференціальних рівнянь.

Висновки. Аналіз рівняння (7) показує, що значення постійних коефіцієнтів для заданої закономірності розподілу тиску ґрунту на поверхні робочого органу на профіль розпушувальної лапи впливу не надають.

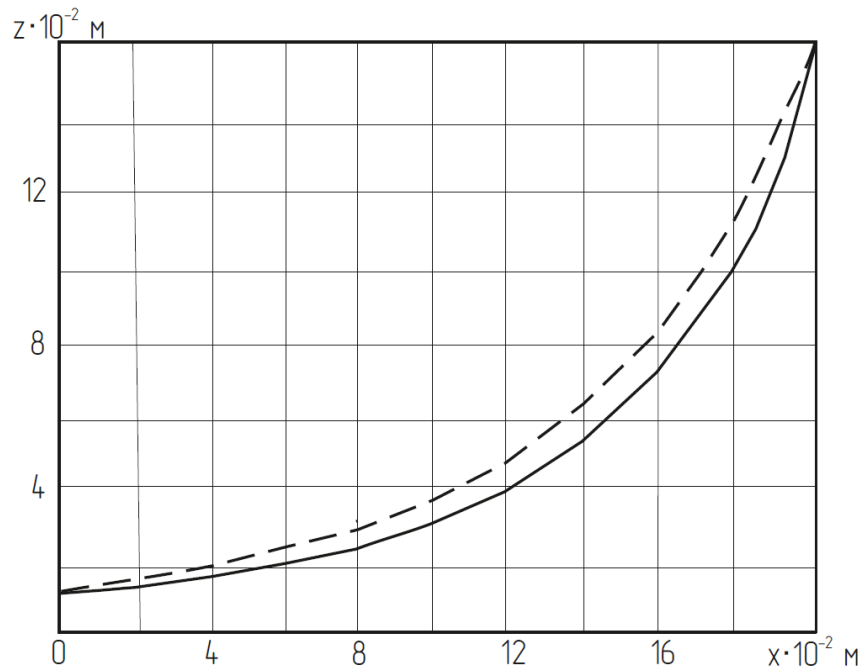


Рис. 2 Профільна лінія розпушувальної лапи

Список використаних джерел

1. Syromyatnikov Y.N., Khramov N.S. Процес підйому ґрунту робочими органами ґрунтообробної розрихлювально-сепаруючої установки // Podilian Bulletin: Agriculture, Engineering, Economics, 2021. №. 33. С. 86-96.
2. Пащенко В.Ф., Ким В.В., Храмов М.С. Розробка математичної моделі напруженого стану ґрунту під впливом клину // Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний збірник, 2017. ННЦ «ІМЕСГ». Вип. № 6 (105). С. 32-44.
3. Нанка О.В., Сиромятников Ю.М. Результати польових випробувань експериментальної ґрунтообробної установки. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. 2019. №. 201. С. 191-202.
4. Pashchenko V. F., Syromyatnikov Y. N., Khramov N. S. Ґрунтообробна установка з використанням гнучкого робочого органу для контролю росту бур'янів. Vegetable and Melon Growing. 2018. №. 64. С. 33-43.

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ КОНСТРУКЦІЙ ГРУНТООБРОБНИХ МАШИН

В. В. МОШКО, викладач

ВСП «Ніжинський фаховий коледж НУБіП України»

Email: vvmoshko@ukr.net

Першочергова задача механізації та автоматизації виробництва сільськогосподарської продукції полягала в інтенсифікації виробництва, заміні ручної праці механізованою. З застосуванням господарствами України на полях енергонасичених тракторів, виникла проблема забезпечення їх шлейфом сільськогосподарських машин, що забезпечують найбільш повне використання їх потужності. На даний час за технічним рівнем, техніка вітчизняних виробників ще значно поступається зарубіжним аналогам, проте вона дешевша, а тому доступніша українським виробникам сільськогосподарської продукції. На розвиток конструкцій ґрунтообробних машин значною мірою впливають технології вирощування сільськогосподарських культур та досягнення науково-технічного прогресу в машинобудуванні. За даними досліджень науковців-агротехнологів для умов України найдоцільнішою є диференційована система обробітку ґрунту. Диференціація ґрунтообробних машин обумовлена біологічними особливостями вирощуваних культур, характером розміщення основної маси кореневої системи рослин у шарі ґрунту, що оброблюється. Вона передбачає обмеження по глибині обробітку при застосуванні техніки для поверхневого (0–8 см) і мілкого (8–16см) обробітків ґрунту. Під вирощувану культуру обробіток ґрунту в сівоzmіні виконується по агрофону культури-попередника, що істотно впливає на технологічний режим роботи. Щоб технічно це забезпечити необхідно мати велику варіацію ґрунтообробних машин. В умовах постійного зростання вартості матеріально-технічних і енергетичних ресурсів порівняно з вартістю сільськогосподарської продукції, проблема енерго- та ресурсозбереження стала пріоритетною в сільськогосподарському виробництві. Це поставило перед науковцями завдання пошуку шляхів зниження затрат енергетичних і матеріально-технічних ресурсів на виробництво продукції. Вивчаючи світовий досвід з цих питань, можна сформулювати основні вимоги до ґрунтообробної техніки:

- висока якість і технологічна надійність виконання операцій обробітку ґрунту відповідно вимогам агротехніки;
- мінімальне розпилення ґрунту при взаємодії робочих органів з ґрунтом; зменшення дії водної, вітрової та механічної ерозії;
- достатня технічна надійність, висока зносостійкість робочих органів, вузлів і деталей;
- оптимальні комбінації робочих органів, як в окремій машині, так і агрегатних, складених з одноопераційних машин;
- зменшення питомих витрат енергії на обробіток ґрунту.

Відповідно до цих вимог рекомендується комплекс ґрунтообробних машин, виробництво яких освоєно промисловими підприємствами України. Це відомі в Україні ярусні плуги ПНЯ-4-42, ПНЯ-6-42 та плуги-розпушувачі комбіновані ПРК-4-42, ПРК-6-42, культиватори-розпушувачі КР-4,5 КР-2 2 важкі дискові борони БДВ-6, БДВ-3М. Необхідно відзначити, що вітчизняна ґрунтообробна техніка за надійністю, довговічністю, енерговитратами ще в деякій мірі поступається іноземним аналогам. Це пояснюється недосконалою елементною базою, низьким рівнем кооперації, відсутністю якісних новітніх матеріалів, сучасного технологічного обладнання на підприємствах, що виготовляють ґрунтообробну техніку. Зважаючи на це, багато хто пропонує відмовитись від вітчизняної техніки та перейти до застосування іноземної, при цьому замовчуючи, що іноземній техніці доведеться працювати в інших умовах, часто в одних технологічних лініях з нашою недостатньо надійною технікою та низькою організацією праці, що спричиняє неминучі простой. Тому бажаний ефект не завжди буде реальним. До того ж купуючи техніку зарубіжних фірм, ми прив'язуємо себе до їхніх запасних частин і розхідних матеріалів, а це потребує значних коштів на підтримання техніки в робото здатному стані. Такий шлях для нас не прийнятний. По-перше, немає на це коштів, по-друге, він веде нас до небезпеки бути постійними боржниками західних фірм, спричинить атрофію національного машинобудування та науково-технічного потенціалу. Для виробництва ґрунтообробної техніки в Україні є наукові розробки та необхідні виробничі потужності. Близько 120 найменувань ґрунтообробної техніки виготовляють понад 20 підприємств України, що дає можливість забезпечити потреби виробників сільськогосподарської продукції.

Науковці, дослідивши новітні технології обробітку ґрунту і досягнення науково-технічного прогресу, визначили напрями розвитку ресурсозберігаючої техніки для обробітку ґрунту. Основними з них є:

- вдосконалення робочих органів, оптимізація їх параметрів, застосування нових матеріалів;
- оптимізація технологічних процесів обробітку ґрунту стосовно умов вирощування сільськогосподарських культур;
- підвищення продуктивності ґрунтообробних агрегатів на основі застосування тракторів високої потужності.

Пріоритетні наукові дослідження, при удосконаленні машин для обробітку ґрунту, мають бути направлені на створення адаптованих моделей з можливістю переналагодження для різних процесів підготовки полів в системі мінімального ґрунтозахисного землеробства та спеціальних прийомів обробітку ґрунту в умовах ризикованого землеробства. Є необхідність розробки нових технологій і процесів, матеріалів для зміцнення вузлів, деталей і рам машин, їх робочих органів. Сучасні напрями в ґрунтообробці передбачають масове застосування машин комбінованого типу з високою якістю фінішної підготовки ґрунту.

Висновки. Отже, виходячи з названих напрямів створення перспективної ресурсо-зберігаючої техніки для обробітку ґрунту, необхідно вести дослідження з удосконалення та конструювання нових робочих органів ґрунтообробних машин та оптимізації їх параметрів.

Список використаних джерел

1. Бойко А. І. Нові конструкції ґрунтообробних та посівних машин / А. І. Бойко, М. О. Свірень, С. І. Шмат, М. М. Ножнов. – К., 2003. – 203 с.
2. Загальне землеробство: Підручник / За ред. В.О. Єщенка. — К.: Вища освіта, 2004. – 336 с.
3. Машиновикористання в землеробстві / В. Ю. Ільченко, Ю. П. Нагірний, П. А. Джолос та ін.; За ред. В. Ю. Ільченка, Ю. П. Нагірного.— К.: Урожай, 1996. – 384 с.
4. Сисолін П.В., Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування: Підручник для студ. вищ. навч. закл. зі спец. Машини та обладнання с.-г. виробн. Кн.1: Машини для рільництва / П.В. Сисолін, В.М. Сало, В.М. Кропівний. – К.: Урожай, 2001.– 384 с.

УДК 681.518.54:334

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ КОНСТРУИРОВАНИЕ РЕМЕННЫХ ПЕРЕДАЧ

В. И. КРАВЧЕНКО, канд. техн. наук., доцент.
*Донбасская государственная машиностроительная
академия, г. Краматорск,
E-mail: krwkld@gmail.com*

ПТГС - передачи трением с гибкой связью клиновыми или поликлиновыми ремнями не смотря на свою простоту, по-прежнему, широко применяются в сельскохозяйственном машиностроении и при эксплуатации сельхозтехники. Поэтому совершенствование методов их расчета или конструирования, как изделий крупносерийного и массового производств приводят к существенному экономическому результату[1]. Особенно актуальной эта проблема становится при ремонте машин импортного производства малыми ремонтными предприятиями, так как применяемые методы копирования и эскизирования трудоемки и не всегда приводят к нужному результату.

Целью настоящей работы является поддержка автоматизированного конструирования и проектирование техдокументации для одного из вариантов

ПТГС – ременных передач клиновыми ремнями (РПКР) с использованием современных САД-систем[2 - 6].

Основные задача работы:

- изучить и проанализировать виды, конструкцию и характеристики ременных передач;
- разработать математическую модель и программное обеспечение для автоматизации конструирования РПКР в САД системе.

Ременная передача состоит из ведущего и ведомого шкивов, расположенных на некотором расстоянии друг от друга и ремня – привода. В зависимости от формы поперечного сечения ремня, передачи бывают: плоскоремными, клиноремными и круглоремными [3]. В математическую модель задаются: вид и сечение ремня (ремней); межцентровое расстояние шкивов и угол вклинивания; материал шкивов; передаваемая мощность и момент; диаметр меньшего шкива d_1 ; передаточное отношение U_{pn} и другие параметры. Затем по формуле (1) рассчитывается диаметр d_2 большего шкива

$$d_2 \approx U_{pn} d_1. \quad (1)$$

Для расчета параметров РПКР по моделям типа (1) применяются общепринятые методики и пакет Microsoft Office Excel 2007, а полученные результаты параметризуются перед импортом в САД систему по формуле:

$$d_2 = U_{pn} d_1 + P, \quad (2)$$

где P – параметр, варьируемый таким образом, чтобы полученное значение d_2 программно выбиралось соответствующим ближайшему стандартному размеру из ряда стандартных диаметров шкивов для всех клиновых и поликлиновых ремней: 40, ..., 4000 мм.

Аналогично преобразовываются и остальные расчетные формулы, по которым производится проектирование и отрисовка рабочих чертежей с использованием САД систем.

Так как параметризация соотношений математической модели РПКР системно независима, то ее можно применять как в существующих – «SolidWorks», «AutoCAD», «Creo», «Кóмпас», так и в перспективных САД системах.

Изучение и анализ конструкций и характеристик ременных передач с клиновыми ремнями позволили разработать математическую модель их расчета, параметризация которой предназначена для поддержки автоматизированного проектирования и разработки рабочих чертежей в существующих «SolidWorks», «AutoCAD», «Creo», «Кóмпас» или в перспективных САД системах. Параметризация математической модели стандартизирует процесс проектирования, уменьшает вероятность появления ошибок и повышает точность определения параметров клиноремного привода. Дальнейшее развитие научных разработок в данном направлении -

применение методов моделирования и алгоритмизации для создания информационной модели РПКР.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мартынов В.Ю. Разработка теории, методов расчета и проектирования современных передач трением гибкой связью [Электронный ресурс] // Название с экрана. Режим доступа: <http://www.dissercat.com/content/razrabotka-teorii-metodov-rascheta-i-proektirovaniya>
2. Ременные передачи [Электронный ресурс] // Название с экрана. Режим доступа: http://cherch.ru/mechanicheskie_peredachi/remennye_peredachi.html
3. Латышев П.Н. Каталог САПР. Программы и производители: Каталогное издание. — М.: ИД СОЛОН-ПРЕСС, 2006, 2008, 2011. — 608, 702, 736 с
4. Малюх В. Н. Введение в современные САПР. — М.: ДМК Пресс, 2010. — 192 с
5. Норенков И. П. Основы автоматизированного проектирования. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. — 430 с..
6. Система автоматизированного проектирования (CAD) [Электронный ресурс] // Название с экрана. Режим доступа: <http://www.ptc.ru.com/cad>

**Секція 6 «*Новітні матеріали і технології в
сільськогосподарському
машинобудуванні*»**

УДК 669.14.018.25:620.18:539.374

ВИРОБНИЦТВО БІМЕТАЛЕВИХ ВИЛИВКІВ

Є. Г. АФТАНДІЛЯНЦ, доктор технічних наук, професор
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: aftyev@yahoo.com

Проблема довговічності литих робочих органів дробарок, що працюють в умовах значних динамічних знакозмінних навантажень, інтенсивного абразивного, ударно-абразивного та гідро абразивного зношування завжди є актуальною.

Широке застосування біметалевих деталей на основі заліза в машинобудуванні, енергетиці, видобувних і переробних галузях техніки набуває все більше значення, тому що дозволяють збільшити в 2,5-6,0 разів ресурс роботи машин, економити до 70% високолегованих сталей і сплавів, значно збільшувати міжремонтні терміни роботи безперервно діючих комплексів обладнання.

Біметалеві виливки найбільш ефективно застосовувати при виготовленні деталей робочих органів дробильно-розмельного устаткування, деталей ходових систем гусеничних тракторів і розмельного обладнання.

Однак оптимальні умови отримання біметалевих виливків на основі сплавів заліза вивчені недостатньо. Тому метою цієї роботи було розробка оптимальних умов отримання біметалевих виливків на основі сплавів заліза та зміцнення біметалевих виливків.

У залежності від властивостей матеріалу, що переробляється, і необхідного розміру продукту подрібнення використовують монолітні робочі органи дробарок (молотки, била та інші) різної форми і маси (від 1 до 150 кг).

Недоліком монолітних робочих органів дробарок є незначний термін служби виробів, в наслідок руйнування і інтенсивного змінювання форми тіла робочого органу, як результат зносу його робочих поверхонь, зв'язаний, у разі виготовлення їх із сталі, з низькою зносостійкістю матеріалу, а у разі чавуну - з низькою ударною в'язкістю і високою крихкістю. Крім того монолітні робочі органи дробарок мають незначний, від 10 до 30%, коефіцієнт використання металу (відношення зношеної частини до маси нового робочого органу).

Оптимізацію технологічних параметрів виготовлення біметалевих виливків проводили за послідовною схемою, яка включає заливку основи, засипку флюсу на поверхню затверділої основи, заливку робочого шару, затвердіння й охолодження виливка після затвердіння. Така послідовність технологічних операцій характерна для великої групи біметалевих виливків робочих органів дробильно-розмельного обладнання, зокрема, молотків, бил, відбійних плит та ін.

Розроблений спосіб виробництва біметалевих робочих органів дробарок включає виплавку сталі, з вуглецевим еквівалентом ($C_{\text{екв}}^{\text{CT}}$) від 0,3 до 1,2 %,

визначення перед її заливкою у ливарну форму температури солідус сталі, заливки чавуну та його вуглецевого еквіваленту ($C_{\text{екв}}^{\text{чав}}$), за яким визначають хімічний склад чавуну, заливання сталі у ливарну форму, нанесення флюсу на затверділу поверхню сталі, виплавку та заливку, з визначеної температури, легованого чавуну, визначеного хімічного складу, в ливарну форму на сталеву основу. При цьому вуглецевий еквівалент легованого чавуну ($C_{\text{екв}}^{\text{чав}}$) повинен бути в межах від 3,0 до 4,6 %, та відповідати співвідношенню

$$C_{\text{екв}}^{\text{чав}} > 2.59 + 1.17 \cdot C_{\text{екв}}^{\text{ст}}, \quad (1)$$

Якісне дифузійне з'єднання сталеві основи і чавунного робочого шару (взаємне проникнення, в результаті дифузії, атомів матеріалу основи і робочого шару один в одного) робочих органів дробарок відбувається в результаті контакту затверділою, після заливки, сталеві основи з чавунним робочим шаром в процесі його формування після заливки. При цьому міцність дифузійного шару, яка визначається міжатомними силами зв'язку матеріалу, що утворився в результаті дифузії, є ізотропною по поверхні контакту, що підвищує надійність роботи біметалевих робочих органів дробарок.

За своїм функціональним призначенням робочі органи дробарок повинні поєднувати високу твердість, зносостійкість, теплостійкість робочих шарів з конструкційною міцністю, ударною в'язкістю, пластичністю матеріалу основи. Для забезпечення високої зносостійкості та міцності матеріали основи та робочого шару повинні мати високий рівень таких властивостей, як опір стиску, згину, зсуву, зрізу, зминанню, теплопровідність, стійкість проти корозії, а також високу та рівномірну твердість при відсутності крихкості, невелику відмінність коефіцієнтів теплового розширення та стабільну макро – та мікроструктуру основи та робочого шару.

Дослідженнями встановлено, що вищезгаданий рівень властивостей сталеві основи досягається у разі застосування сталей що містять (мас. %) від 0,2 до 0,4 вуглецю; від 0,15 до 0,9 кремнію; від 0,25 до 1,4 марганцю; від 0,20 до 2,5 хрому; від 0,1 до 1,0 нікелю; до 0,025 сірки; до 0,02 фосфору.

Необхідний рівень властивостей чавунного робочого шару досягається у разі застосування чавунів, які містять (мас. %) від 2,3 до 3,3 вуглецю; від 0,5 до 0,75 кремнію; від 0,5 до 5,0 марганцю; від 11,0 до 24,0 хрому; до 2,4 молібдену; до 0,04 сірки; до 0,05 фосфору.

Високоякісне дифузійне з'єднання чавунного робочого шару і сталеві основи, тобто формування дифузійного перехідного шару без пор, тріщин усадкових і інших дефектів відбувається тільки у тому випадку, коли рідкий чавун заливається на тверду основу. Ця умова виконується тоді, коли температура закінчення твердіння сталеві основи (температура солідус ($t_{\text{сол}}^{\text{ст}}$)) більше температури заливання чавуну робочого шару ($t_{\text{зал}}^{\text{чав}}$), тобто коли реалізується наступна нерівність

$$t_{\text{сол}}^{\text{ст}} > t_{\text{зал}}^{\text{чав}}, \quad (2)$$

Результати виконаних експериментів і їх аналіз показали, що хімічний склад сталі та чавуну визначає температури солідус сталі основи ($t_{\text{сол}}^{\text{ст}}$) і заливки легованого чавуну робочого шару ($t_{\text{зал}}^{\text{чав}}$) наступними залежностями

$$t_{\text{сол}}^{\text{СТ}} = 1498 - 55,96 \cdot C_{\text{екв}}^{\text{СТ}}; r = 0,909; \quad (3)$$

$$t_{\text{зал}}^{\text{Чав}} = 1622 - 47,94 \cdot C_{\text{екв}}^{\text{Чав}}; r = 0,984; \quad (4)$$

де r - коефіцієнт кореляції; $C_{\text{екв}}^{\text{СТ}}$ і $C_{\text{екв}}^{\text{Чав}}$ - вуглецеві еквіваленти сталі і чавуну, відповідно.

З урахуванням рівнянь 2 - 4 визначили, що для якісного дифузійного з'єднання чавунного робочого шару і сталевій основи необхідно виконання наступного співвідношення

$$C_{\text{екв}}^{\text{Чав}} > 2.59 + 1.17 \cdot C_{\text{екв}}^{\text{СТ}}, \quad (5)$$

Співвідношення 5 дає можливість при відомому значенні температури солідус сталевій основи ($t_{\text{сол}}^{\text{СТ}}$) шляхом варіювання значеннями вуглецевого еквіваленту чавуну ($C_{\text{екв}}^{\text{Чав}}$) і температурою заливки чавуну ($t_{\text{зал}}^{\text{Чав}}$) визначити їх оптимальні параметри для отримання якісного дифузійного з'єднання чавунного робочого шару і сталевій основи конкретних біметалевих робочих органів дробарок та умов виробництва.

Розроблений спосіб виробництва біметалевих виливків в наслідок оптимізації умов отримання дозволяє збільшити міцність робочих органів дробарок в 2,3 – 2, 4 рази. Оптимальні умови реалізуються якщо після виплавки сталі, з вуглецевим еквівалентом ($C_{\text{екв}}^{\text{СТ}}$) від 0,3 до 1,2 %, перед її заливкою, визначають температуру солідус сталі, заливки чавуну та його вуглецевий еквівалент ($C_{\text{екв}}^{\text{Чав}}$) за яким визначають хімічний склад чавуну, який виплавляють та заливають в ливарну форму на сталеву основу. При цьому вуглецевий еквівалент чавуну ($C_{\text{екв}}^{\text{Чав}}$) повинен бути в межах від 3,0 до 4.6 та відповідати співвідношенню $C_{\text{екв}}^{\text{Чав}} > 2.59 + 1.17 \cdot C_{\text{екв}}^{\text{СТ}}$.

УДК 621.78

ВІДНОВЛЕННЯ ОКАЛИНИ НА ВИЛИВКАХ ТЕРМІЧНОЮ ОБРОБКОЮ

Є. Г. АФТАНДІЛЯНЦ, доктор технічних наук, професор
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: aftyev@yahoo.com

Видалення окалини із сталевих виливків є актуальною проблемою ливарного виробництва.

Обробка сталевих виливків водними розчинами сірчаної чи соляної кислот є одним із поширених методів видалення окалини. Однак таке виробництво є екологічно небезпечним, оскільки супроводжується випаром сірчаної та соляної кислот, а також утворенням, внаслідок взаємодії кислот з оксидами заліза, сульфідів та хлоридів заліза, які забруднюють навколишнє середовище.

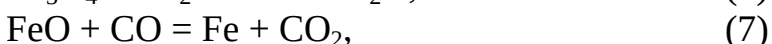
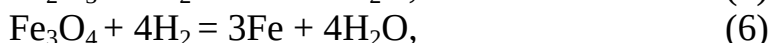
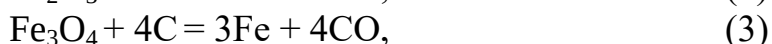
Відновлення окалини на сталевих виливках шляхом обробки окисленої поверхні реагентами, які відновлюють залізо з оксидів та гідрооксидів,

наприклад воднем, є екологічно чистою технологічною операцією, оскільки в результаті взаємодії оксидів заліза з воднем відбувається утворення заліза та води.

Тому дослідження, що спрямовані на вивчення процесу відновлення заліза з оксидів та гідрооксидів та розробка на їх основі технології відновлення окалини на сталевих виливках є дуже актуальними.

Відомо, що окалина на сталевих виробках складається в основному з наступних оксидів заліза: FeO , Fe_2O_3 , Fe_3O_4 .

Відновлення окалини відбувається, в основному, за наступними реакціями:



Відновлення окислів у газових відновлюючих атмосферах більш ефективне, ніж у твердому або рідкому відновлювачі, однак для створення газових відновлюючих атмосфер необхідно спеціальне обладнання, в якому виробляються відновлюючі атмосфери необхідного складу.

У роботі було поставлене завдання - розробити технологію, що дає можливість відновлення окалини протягом термічної обробки, а також поліпшити якість поверхні сталевих виливків після їх термічної обробки.

Дослідження процесу відновлення окалини відбувалось на зразках, що були вирізані з виливків сталі 35Л. Відновлення окалини при термічній обробці здійснювали на зразках діаметром 3 мм і висотою 20 мм, що поміщали в термічну піч і за допомогою платиного дроту і ніхромового кріплення підвішували до ваг. Відновлення окалини здійснювали обдувом зразків метаном чистотою 96,6-97,6% CH_4 . Витрата метану складала 2.4 $\text{см}^3/\text{с}$.

З виливків сталі 35, що містить 0,35% C; 0,27% Si; 0,51% Mn; 0,02% P; 0,025% S, з окалиною максимальною товщиною 30 мікронів, виготовляли зразки товщиною 1,5 мм і розмірами 70x70 мм для випробування на видавлювання.

Випробування на видавлювання проводили за ДСТ 10510-74, на приладі ПТЛ із радіусом сферичної частини пуансона 14 мм і діаметром отвору матриці 17 мм. Видавлювання робили при тиску 1500 МПа, зі швидкістю 17 мм/хв. За критерій закінчення випробування приймали момент зменшення зусилля видавлювання, після чого визначалася глибина видавлювання, з точністю до 0,1 мм.

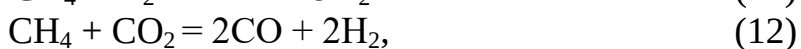
Термічна обробка у відновній атмосфері відбувається в основному в середовищі вуглецю (C), водню (H_2), монооксиду вуглецю (CO), метану (CH_4)

та інших високомолекулярних вуглеводнів (етан- C_2H_6 , пропан- C_3H_8 , бутан - C_4H_{10} тощо).

Однак застосування атмосфери з водню (H_2) або моноокису вуглецю (CO) для відновлення окалини недоцільно, тому що в результаті відновлення утворюються такі продукти реакцій як H_2O і CO_2 , які істотно сповільнюють швидкість відновлення. Як відновну атмосферу доцільно використовувати метан (CH_4), який без доступу повітря при високих температурах розкладається за наступною реакцією



Відновлення окалини відбувається за реакціями (1-9), а шкідливі продукти реакцій (4-9) H_2O і CO_2 перетворюються в корисні відновлювані H_2 і CO, при надлишку метану, за наступними реакціями



Аналогічні реакції можливі при застосуванні етану, пропану, бутану й інших високомолекулярних вуглеводнів. Однак ці гази є досить дефіцитними. Застосування метану є переважним тому, що він є основою природного газу.

Нагрівання виробів з окалиною необхідно проводити у відновлюючій атмосфері для того щоб уже на перших стадіях нагрівання уникнути додаткового окислювання поверхні та не збільшити кількість окалини на поверхні сталевих виробів.

Витримка при досягненні заданої температури нагрівання повинна бути не менше часу необхідного для прогріву всього сталевих виробів, завершення процесу формування аустеніту і його гомогенізації, а також достатньою для відновлення усього шаруючи окалини, що є на поверхні сталевих виробів.

Це досягається тим, що для сталевих виробів з окалиною складаються рівняння регресії залежності тривалості нагрівання та витримки при певній температурі від виду та мінімального розміру максимального перетину виробів, а також швидкості відновлення окалини від її товщини. Перед термічної обробкою визначається мінімальний розмір максимального перетину виробів та максимальна товщина окалини, значення яких включають у заздалегідь складені рівняння регресії, за якими визначають розрахунковий час, потрібний для нагріву і витримки виробів та відновлення окалини.

Охолодження повинно бути в нейтральній атмосфері, тому що охолодження на повітрі або у воді приведе до повторного окислювання відновленої поверхні сталевих виробів і погіршенню його декоративного виду, а охолодження у відновній атмосфері приведе до її перевитрати й осадження сажі на виробі при низьких температурах.

Результати експериментів показують, що час термічної обробки зменшується у 1,8 – 2,8 рази менше, а здатність листового металу до штамповки (глибина витяжки) збільшується у 2.1-2.4. Крім того, якість поверхні сталевих виробів (декоративний вигляд) після термічної обробки краще, оскільки на ньому відсутні кольору мінливості, що в ряді випадків є бракувальною ознакою при виробництві листової продукції.

УДК 669.14.018.25:620.18:539.374

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОГАРТОВАНOSTІ ЛИВАРНИХ СТАЛЕЙ

Є. Г. АФТАНДІЛЯНЦ, доктор технічних наук, професор
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: aftyev@yahoo.com

Прогартованість характеризує здатність сталі сприймати загартування на певну глибину і є однією з основних характеристик, що дозволяє прогнозувати розподіл структурних складових за перерізом виливка або деталі.

Дослідження впливу різних факторів на прогартуваність конструкційних сталей показують, що прогартуваність конструкційної сталі визначається в основному стійкістю аустеніту до переохолодження і повинна залежити від розміру зерна аустеніту, ступеня легування твердого розчину та вмісту в ньому вторинних фаз. Враховуючи, що прогартуваність визначається в основному як відстань від поверхні деталі або виливка до зони, що містить 50% мартенситу, визначили вплив хімічного складу сталі і температури гартування (t_q) на твердість зони, що містить 50% мартенситу.

Математичний аналіз показав, що твердість напівмартенситної зони конструкційних сталей з ймовірністю 99% та похибкою 1,31% описується наступним рівнянням

$$HRC_{(50\%M)} = 32 + 54 \cdot C + 4,64 \cdot Mn - 10,9 \cdot C \cdot Mn + 3,34 \cdot C \cdot Cr - 2,49 \cdot C \cdot Mn \cdot Cr - 0,013 \cdot t_q, \quad (1)$$

$$R=0,994; F_{6/81}=2538 > F_T^{0,01}=2,92$$

З урахуванням встановленої залежності методом торцевого гартування (ГОСТ 5657-69), визначили прогартуваність литих конструкційних сталей, що містять від 0,19 до 0,52% масової частки вуглецю; 0,14 - 0,86 - кремнію; 0,76 - 2,14 марганцю; 0,03 - 1,33 хрому; 0,003 - 0,023 сірки; 0,005 - 0,024 фосфору; 0,005 - 0,018 азоту; 0,007 - 0,07 алюмінію; до 0,13 ванадію; 0,035 титану; 0,003 бору, в інтервалі температур гартування від 900 до 1000 °C.

Приймаючи за незалежні фактори ступінь легування твердого розчину, розмір зерна аустеніту та вміст у ньому нітридів ванадію, алюмінію та титану, побудували математичну модель прогартуваності конструкційної сталі, яка має наступний вигляд:

$$H = 351 \cdot Si - 56,5 - 1,84 \cdot D_a \cdot (Si + Mn + Cr + V_a) - 90 \cdot Mn + 60,7 \cdot (Si + Mn + Cr + V_a) - 1067 \cdot C \cdot Si + 538 \cdot C \cdot Mn - 243 \cdot (C + N_a + B) \cdot (Si + Mn + Cr + V_a) - 57,9 \cdot Si \cdot Mn + 54,8 \cdot Si \cdot Cr + 7,82 \cdot D_a \cdot (C + N_a + B) \cdot (Si + Mn + Cr + V_a), \quad (2)$$

$$R = 0,981; \delta = 12,8 \%; F_{10/29} = 72,5 > F_T^{0,01} = 3,0$$

Аналіз рівняння 2 показує, що вплив легуючих елементів і домішок на прогартуваність сталі пов'язано в основному з їх твердорозчинним дією та зміною розміру зерна аустеніту. Необхідно відзначити незначний вплив вторинної фази, який враховується, мабуть, розміром зерна аустеніту.

Приймаючи за базу сталь 30ХГСЛ, визначили ефективність впливу С, Si, Mn, Cr, V, N і V+N на прогартованість стали залежно від ступеня перегріву аустеніту над температурою t_{ac3} .

Результати розрахунків показують, що зміна легуючими елементами розміру зерна аустеніту та ступеня легування твердого розчину така, що при мінімальному ступені перегріву ($t_q = 900\text{ }^{\circ}\text{C}$) марганець, хром, вуглець і азот закономірно підвищують, ванадій і спільне легування стали азотом та ванадієм знижують, а кремній екстремально змінює прогартованість сталі. Що стосується торцевої гартування від $1050\text{ }^{\circ}\text{C}$, тобто, при максимальному перегріві, ефективність впливу елементів змінюється, як кількісно, так й якісно. Наприклад, легування сталі кремнієм і спільно 0,1%V і 0,015%N призводить до підвищення прогартованості сталі. При великих добавках азоту і ванадію прогартованість сталі знижується.

Слід зазначити, що зі збільшенням ступеня перегріву аустеніту ефективність впливу елементів крім марганцю і азоту зростає, що свідчить про значний вплив твердорастворного чинника. Зниження ефективності впливу таких аустенітоутворюючих елементів як марганець і азот пов'язане зі збільшенням вмісту в сталі залишкового аустеніту.

Порівнюючи усереднений питомий вплив елементів на прогартованість конструкційної сталі слід зазначити, що найбільш перспективним є її легування азотом.

УДК 539.217

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ПОРООБРАЗОВАТЕЛЯ НА МОРФОЛОГИЮ И СВОЙСТВА ПОРИСТОГО ФТОРОПЛАСТА-4

А. Б. КАЛЮЖНЫЙ, к.т.н., доц.,

Государственный биотехнологический университет

В. Я. ПЛАТКОВ, д.ф.-м.н., проф.

Восточноукраинский национальный университет имени Владимира Даля

E-mail: dbtu@ukr.net

Развитие сельского хозяйства Украины предусматривает широкое использование материалов стойких к агрессивным средам, в том числе пористых полимерных материалов. Ведущей тенденцией в области полимерного материаловедения является разработка и изучение пористых материалов на основе фторопласта-4. Идеальный каркас пористого материала должен иметь высокопористую структуру с взаимосвязанной сетью пор.

Метод солевого выщелачивания позволяет формировать поровые структуры с регулируемым размером пор и пористостью путем изменения размера и концентрации порообразователя [1]. В качестве выщелачиваемого

порообразователя обычно используется соль хлорида натрия (NaCl) [2]. Другим подходом в формировании поровой структуры является использование частично газифицированного порообразователя [2]. В качестве такого порообразователя используется соль гидрокарбоната натрия (NaHCO_3).

Можно ожидать, что смесь порообразователей NaCl и NaHCO_3 способна формировать пористые материалы с контролируемой поровой структурой, так как благодаря частичной газификации NaHCO_3 формируется взаимосвязанная структура пористого каркаса.

В данной работе была изучена морфология и свойства пористого фторопласта-4 с пористостью 80%, полученного методом выщелачивания порообразователя с различным процентным соотношением солей NaCl и NaHCO_3 (табл.1).

Таблица 1

Пористые материалы, полученные с разным составом порообразователя

Код материала	Состав порообразователя
100С	100% NaCl
75С25Н	75% NaCl и 25% NaHCO_3
50С50Н	50% NaCl и 50% NaHCO_3
25С75Н	25% NaCl и 75% NaHCO_3
100Н	100% NaHCO_3

Установлено, что состав выщелачиваемого порообразователя оказывает влияние на морфологию и механические характеристики пористого фторопласта-4. По мере увеличения содержания NaHCO_3 в составе порообразователя морфология пор резко изменяется: поры приобретают неправильную форму (рис.1в).

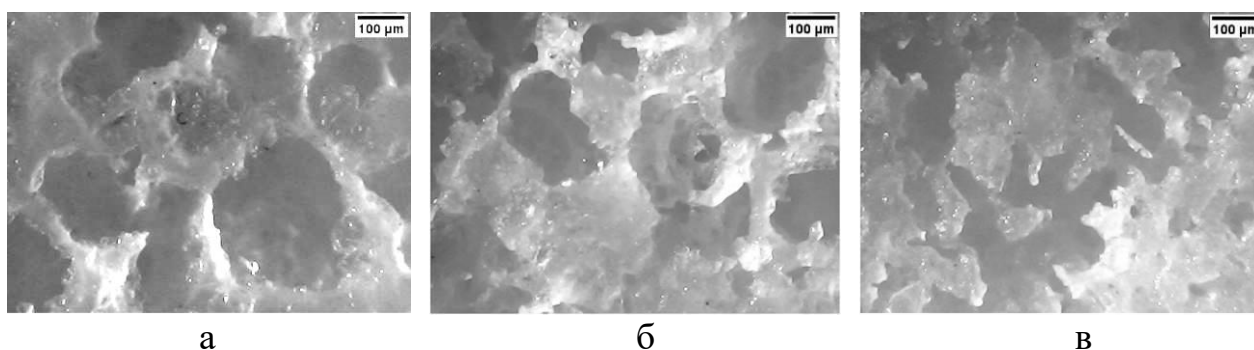


Рис.1. Морфология поровой структуры фторопласта-4 (пористость 80%):
а - 100С; б - 75С25Н; в - 100Н.

Материал 100С обладает морфологией с хорошо развитой поровой структурой по сравнению с другими композитами (рис.1а). Тем не менее, добавление в состав порообразователя 25% NaHCO_3 приводит к разрыву межпоровых перегородок и росту связанности поровой структуры (рис. 1б).

Зависимости проницаемости (K) и микротвердости (H_{Sa}) пористых материалов с пористостью 80%, полученных с разным составом порообразователя, представлены на рис. 2.

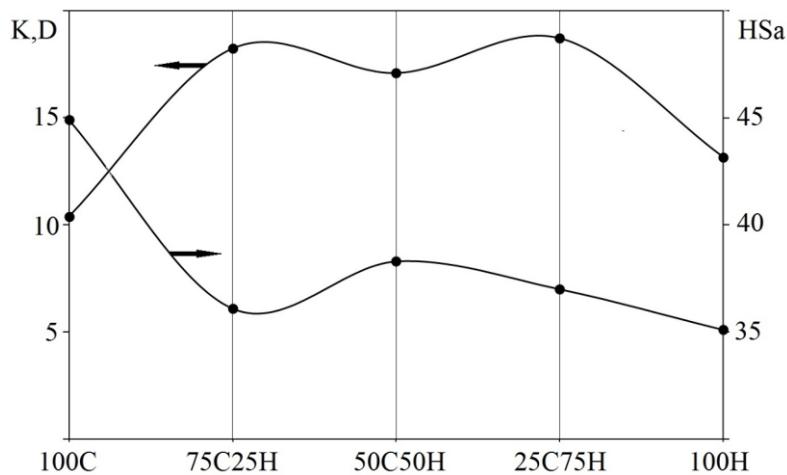


Рис. 2. Проницаемость и микротвердость пористых материалов (пористость 80%), полученных с разным составом порообразователя

Таким образом свойства пористого фторопласта-4 формируются его поровой структурой, которая, в свою очередь, определяется составом порообразователя.

Список використаних джерел

1. S. Mane, S. Ponrathnam, N. Chavan. Can. Chem. Trans. **4**(2), 210 (2016), DOI:10.13179/canchemtrans.2016.04.02.0304.
2. A.B. Kalyuzhny, T.L. Karpova, B.G. Kalyuzhny, V.Ya. Platkov. Funct. Mater. **6** (2), 25 (1999).
3. O. B. Kaliuzhnyi, V. Ya. Platkov. Iran. J. Mater. Sci. Eng. **17** (2), 13 (2020), DOI: 10.22068/ijmse.17.1.13.

УДК 338.24

РОЗРАХУНОК ЧАСУ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ В ПРОЦЕСІ ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ

О. В. БАРАНОВА асистент
Миколаївський національний аграрний університет

Час обробки деталей грає важливу роль в процесі формування якості поверхневого шару при динамічних методах поверхневого пластичного деформування. При проектуванні технологічних процесів динамічних методів обробки пластичного деформування є важливим визначення раціонального часу

обробки деталі. При цьому необхідно уникати таких явищ як перенаклеп, який призводить до зниження міцності, відшаровування, лущення поверхневого шару металу і появи тріщин в ньому. Виходячи зі сказаного, утворювання перенаклепу, здатне негативно впливати на експлуатаційні властивості оброблюваних деталей. Перенаклеп є незворотнім явищем, при якому неможливо відновлення якості поверхневого шару металу, навіть при використанні термообробки.

Для найбільш точного прогнозування і планування технологічного процесу необхідно знати і вміти визначати розрахунковий час обробки. Тому розглянемо теоретичну модель визначення часу обробки деталей.

Розглянемо процес деформації поверхневого шару деталей глибиною $h_{\max}$. Імовірність події, що кожна точка поверхневого шару деталі товщиною $h_{\max}$ потрапить в локальний деформований обсяг за одну взаємодію з індентором можна визначити розділивши величину деформованого об'єму металу при одиничному взаємодії кульки з оброблюваної поверхнею (або величину V_s обсягу металу, укладеного в кульовий сегмент радіуса R і висотою $h_{\max}$) на обсяг шару металу товщиною $h_{\max}$ і площею, яка дорівнює квадрату упаковки:

$$P_1 = \frac{V}{4 \cdot R^2 \cdot h_{\max}}$$

$$(P_1 = \frac{V_s}{4 \cdot R^2 \cdot h_{\max}})$$

Для теоретико-імовірнісних розрахунків числа актів деформування, що припадають на одиницю об'єму деталі в одиницю часу, для різних методів обробки, введемо змінну f_ϵ – частота циклів дії робочого середовища на поверхню деталі. Слід врахувати ту обставину, що не всі коливання робочої камери призводять до деформуючим ударах кульок. Зробимо допущення, що при вібраційної обробно-зміцнюючої обробці (ВОЗО) частота циклів впливу буде дорівнює:

$$f_\epsilon^{ВОЗО} = \frac{\gamma}{8}$$

Для відцентрово-ротаційної обробно-зміцнюючої обробки частота циклів впливу частинок може бути прийнята кількості оборотів ротора в одиницю часу $f_\epsilon = \omega(1/c)$.

Імовірність події, що кожна точка поверхневого шару деталі товщиною $h_{\max}$ потрапить в локальний деформований обсяг за одну секунду обробки:

$$P_1 = \frac{V_s}{4 \cdot R^2 \cdot h_{\max}} \cdot f_\epsilon$$

Час однократного деформування всього обсягу поверхневого шару товщиною $h_{\max}$:

$$t_1 = \frac{4 \cdot R^2 \cdot h_{\max}}{V_s \cdot f_\epsilon}$$

Час багаторазового деформування всього обсягу поверхневого шару товщиною $h_{\max}$ в кількості разів відповідно буде визначатися:

$$t_F = \frac{4 \cdot h_{\max} \cdot F \cdot R^2}{V_s \cdot f_s}$$

де F – число повторюваних ударів в одну і ту ж точку оброблюваної поверхні.

Згідно з рекомендаціями автора Одінцева Л.Г., вибір величини F при динамічних методах поверхневого пластичного деформування залежить від твердості матеріалу. Число повторюваних ударів F варіюється від 10 до 20, великі значення призначаються для меншої твердості оброблюваного матеріалу деталі.

У таблицях 1 і 2 представлені результати експериментальних досліджень по визначенню часу перенаклепу при вібраційної обробно-зміцнюючої обробці (ВОЗО) і відцентрово-ротаційної обробно-зміцнюючої обробки (ВРОЗО).

Таблиця 1. Час перенаклепу поверхні зразків при ВОЗО

Вид обробки	Параметри обробки	Матеріал зразка	Час виникнення перенаклепу, хв.	
			Д16	ЛС59-1
ВОЗО	R=3 мм; $\gamma=33,4$ Гц, A=4 мм Без ТЖ	Д16; ЛС59-1	60	50
ВОЗО	R=3 мм; $\gamma=33,4$ Гц, A=4 мм ТЖ: $H_2O + Na_2CO_3$	Д16; ЛС59-1	150	130
ВОЗО	R=6 мм; $\gamma=40$ Гц, A=4 мм Без ТЖ	Д16; ЛС59-1	60	55
ВОЗО	R=6 мм; $\gamma=40$ Гц, A=4 мм ТЖ: $H_2O + Na_2CO_3$	Д16; ЛС59-1	120	110

Таблиця 2. Час перенаклепу поверхні зразків при ВРОЗО

Вид обробки	Параметри обробки	Матеріал зразка	Час виникнення перенаклепу, хв.	
			Д16	ЛС59-1
ВРОЗО	R=3 мм, $\omega = 10$ Гц Без ТЖ	Д16; ЛС59-1	20	15
ВРОЗО	R=3 мм, $\omega = 10$ Гц ТЖ: $H_2O + Na_2CO_3$	Д16; ЛС59-1	40	35
ВРОЗО	R=6 мм, $\omega = 10$ Гц Без ТЖ	Д16; ЛС59-1	20	15
ВРОЗО	R=6 мм, $\omega = 10$ Гц ТЖ: $H_2O + Na_2CO_3$	Д16; ЛС59-1	40	35

З огляду на те, що перевищення оптимального часу обробки може призвести до перенаклепу оброблюваної поверхні, необхідно провести дослідження з визначення часу перенаклепу зразків з різних матеріалів в залежності від режимів обробки і характеристик робочих середовищ, щоб в подальшому вибирати такі технологічні параметри динамічних методів поверхневого пластичного деформування, при яких необхідний час обробки гарантовано не досягало б часу утворення перенаклепу.

Список використаних джерел

1. Косарчук В.В. Сучасні методи зміцнення і підвищення зносостійкості пар тертя / Косарчук В.В., Кульбовський І.І., Агарков О.В. // Вісник Національного транспортного університету. – К.: НТУ, 2014. – Випуск 31. – 6 с.
2. J. Lawrence, J. Pou, D. K. Y. Low and E. Toyserkani. Advances in Laser Materials Processing. Technology, Research and Application. – Woodhead Publishing – 2010 – 806 p.
3. Mittemeijer, E. J., & Somers, M. A. J. (Eds.). Thermochemical surface engineering of steels. Woodhead Publishing. – 2015.
4. Picraux S.T., Pope L.E. Tailored surface modification by ion implantation and laser treatment // Science. – 1984. – v. 226. – № 4675. – p. 615 – 622.

УДК 621.791

ТЕХНОЛОГІЯ ЗВАРЮВАННЯ МОНТАЖНИХ СТИКІВ ТРУБОПРОВОДІВ У СТЕЛЬОВОМУ ПОЛОЖЕННІ

М. Д. ГАВРИЛЮК, здобувач вищої освіти,
П. М. ПОЛЯНСЬКИЙ, кандидат економічних наук, доцент,
Г. О. ІВАНОВ, кандидат технічних наук, доцент,
О. В. БАРАНОВА, асистент
Миколаївський національний аграрний університет

Необхідна надійність, достатня міцність і тріщиностійкість монтажних стиків, а, отже, трубопроводу в цілому, залежить від якості корневих швів. У цьому дуже важливо формування «зворотного валика», тобто, посилення шва, особливо при зварюванні в стельовому положенні, так як у разі провисання кореневого шва потрібне його підварювання зсередини труби. Крім того, при спорудженні та ремонті трубопроводів доцільно застосовувати для перших двох шарів шва більш «м'які» електроди з основним покриттям, ніж для шарів, що заповнюють.

Застосування електродів які володіють меншим опором розриву та великим відносним видовженням наплавленого металу дозволяє отримувати

корінь шва, менш схильний до крихких руйнувань та утворення тріщин. Це можливо при дотриманні двох факторів:

По-перше, основні монтажні операції (стиснення жимків внутрішніх центраторів, підйом і спуск належні центрованих секцій та ін.) проводяться в момент, коли стики зварені або кореневим, або кореневим і другим шаром шва. Такі операції можуть створювати значні напруження в цих шарах і важливо, щоб у цей момент була забезпечена достатня технологічна міцність шва.

По-друге, наявність «м'якого» кореня шва зменшує шкідливий вплив дефектів, що часто виникають у кореновому шарі шва, як концентраторів, що сприяють появі тріщин у процесі експлуатації трубопроводів.

Дослідження показали, що для формування «зворотного валика» при зварюванні труб у різних просторових положеннях, зокрема в стельовому, необхідно виконання двох умов: створення потужного газового потоку, що забезпечує подрібнення крапель і перенесення їх у зварювальну ванну; отримання шлаку, який добре змочує кромки стику і підтягує до нього рідкий метал, що особливо важливо при зварюванні в стельовому положенні.

Як правило, зварювання неповоротного стику починають у стельовому положенні, переміщуючи електрод знизу нагору. Електрод встановлюється у вертикальному положенні у площині стику. Потім прикладається зусилля притискання, спрямоване вздовж осі електрода. Розплавлений метал (у районі притуплення) продавлюється під впливом зусилля, дуга пропалює «вікно» при цьому факел дуги спостерігається зі зворотного боку стику на 20...40 мм.

Під торцем електрода розплавлений метал відсутній, козирок з покриття, що не розплавився, який знаходиться в зазорі, досягає зворотної сторони обробки. У міру розплавлення козирка шлак стікає периферією ванни і покриває шов.

Не послаблюючи тиску на електрод, необхідно відхилити руку з електродом утримувачем від перпендикулярного положення на 5...7° у напрямку зварювання на себе. Категорично забороняється повертати електрод, щоб оплавити козирок під час зварювання, навколо своєї осі. Це призводить до непровару кореня шва. Зварювання необхідно вести до повного згоряння електрода.

Висота зворотного валика залежить в основному від спільної дії двох факторів: швидкості зварювання та сили, прикладеної до електрода вздовж його осі. Практично швидкість зварювання встановлюється автоматично за рахунок нахилу електрода та його постійного плавлення. У стельовому положенні при зварюванні кореневого шва забороняється проводити маніпуляції кінцем електрода, оскільки це призводить до появи підрізів.

Після зварювання весь кореневий шов зачищається шліфувальною машинкою для видалення шлаку з глибоких місць між основним металом і швом.

Заповнення обробки проводиться в тій же послідовності, що і зварювання кореневого шва. Для зварювання кореневого шва рекомендується використовувати електроди АНО-ТМ Ø 3 та 3,25 мм, для заповнення – Ø 4 мм.

Режим зварювання підбирається зварювальником індивідуально, але зазвичай знаходиться в межах, зазначених у паспорті на електроди.

Зварювання кореневого шва рекомендується здійснювати переважно на прямій полярності. У цьому полегшується формування опуклого зворотного валика. Але слід мати на увазі, що при цьому потрібна точніша підтримка короткої дуги (вища кваліфікація зварювальника), тому що при випадкових незначних подовженнях дуги зростає ймовірність виникнення пор.

При зварюванні корневих і заповнювальних швів неповоротних стиків трубопроводів, особливо при мінусових температурах, дуже важливою технологічною операцією, що дозволяє уникнути виникнення зварного з'єднання холодних тріщин, є попередній прогрів кромок стику.

Список використаної літератури:

1. Власов А. Ф. Нагрев и плавление электродов с экзотермической смесью в покрытии / А. Ф. Власов, Н. А. Макаренко, А. М. Куций // Автоматическая сварка. - 2014. - № 6-7. - с. 151-154.
2. Ізотова К.О. Розробка термітного електродного покриття для зварювання сталей в монтажних умовах // Технологія машинобудування. - 2019. - № 23. - с. 122-129.
3. Л. І. Биков, Ф. М. Мустафін, С. К. Рафіков і інш., Типові розрахунки при проектуванні, будівництві і ремонті газонефтепроводов: Навчань. допомога для вузів - СПб.: Надра, 2011. - 748 с.
4. РД-25.160.00-КТН-011-10. Зварювання при будівництві і капітальному ремонті магістральних нафтопроводів / ВАТ «АК «Транснефть». - М.: 2009. - 189 с.
5. Сварочно-монтажные работы в трубопроводном строительстве [Текст]: учебное пособие для вузов / А.Ф. Суворов, Г.Г. Васильев, Ю.А. Горяинов [и др.]. – М.: ЗАО «Звезда», 2006. – 240 с.: ил.
6. Хоменко В.И. Новая высокопроизводительная технология комбинированной сварки магистральных трубопроводов большого диаметра / В.И. Хоменко, С.И. Журавлев, А.Я. Сударкин, С.И. Кучук-Яценко // Мир сварки. – 2010. – № 4. – С. 32–37.
7. Шелягин В.Д. Перспективы применения лазерной и гибридной технологий сварки сталей для повышения эксплуатационного ресурса трубопроводов / В.Д. Шелягин, В.Ю. Хаскин, А.Б. Бернацкий // Автоматическая сварка. – 2010. – № 10. – С. 37-40.
8. Pramathesh Desai, "Monitoring Heat Treatment to Improve Weld Quality," Welding Journal, vol. 89 (6), June 2010, pp. 109-111.

УДК 621.79/553.611

ВПЛИВ МОДИФІКУВАННЯ ТА СКЛАДУ НАПЛАВЛЕНОГО МЕТАЛУ НА ЗНОСОСТІЙКІСТЬ ВІДНОВЛЕНИХ ДЕТАЛЕЙ ПЕРЕРОБНОГО ОБЛАДНАННЯ

С. П. РОМАНЮК, доктор технічних наук, доцент
Державний біотехнологічний університет, м. Харків,
E-mail: romaniuk.khntusg@gmail.com

У процесі експлуатації переробного обладнання відбувається зношування та руйнування інструмента. Вартість нових деталей із високовуглецевих легованих сталей зумовлює необхідність пошуку нових способів відновлення та зміцнення виробів для підвищення експлуатаційних характеристик їх робочих поверхонь. Існує досить значна кількість методів, які дозволяють відновлювати номінальний розмір зношених деталей. Для продовження терміну служби деталей в машинобудуванні широко використовують відновлення їх зношеного шару наплавленням. Водночас, наплавлення покриттів традиційними сплавами мають різні недоліки, які не забезпечують необхідну якість, показники зносостійкості і міцності відновленої деталі. Тому необхідно застосовувати спеціальні технології наплавлення в залежності від умов експлуатації виробів. Одним із способів підвищення властивостей наплавлених покриттів, що компенсують знос, є використання різних домішок. Сучасні дослідження спрямовані на пошук технологій найбільш ефективного застосування різних домішок, а також на детальному вивченні характеристик і властивостей модифікованих наплавлених покриттів. Тому актуальним є розробка та вдосконалення технології відновлення робочої поверхні з використанням вторинної сировини, що дозволяють підвищити споживчі властивості та подовжити термін експлуатації інструмента.

Метою роботи є розробка параметрів процесу відновлення деталей із високовуглецевої легованої сталі X12 для підвищення їх зносостійкості.

Для досягнення поставленої мети запропоновано технологію відновлення поверхні інструмента з використанням при наплавленні покриття немагнітної складової детонаційної шихти, отриманої від утилізації певного набору боєприпасів. Вибір для модифікування немагнітної фракції обумовлено тим, що магнітна складова відрізняється більшим розміром алмазів, які в процесі експлуатації можуть викришуватися. Наявність більш дрібної немагнітної фракції, що містить дрібнодисперсні та нанорозмірні алмази, а також оксиди, сприяє формуванню вторинних захисних структур.

Для відновлення поверхні зношеного інструмента проводили наплавлення електродуговим методом при силі постійного струму 135 А зворотної полярності. З огляду на той факт, що відновленню наплавленням піддавали вироби з високовуглецевої (2,2% C) легованої хромом (12,12% Cr) сталі, використовували електроди з різним вмістом цих компонентів, щоб

оцінити їх найбільшу ефективність, згідно з якісними та експлуатаційними показниками покриття.

Проведено порівняльні дослідження за двома варіантами відновлення поверхневого зношеного шару деталі з однаковими параметрами технологічного процесу:

1) без введенням модифікуючої домішки електродами:

- Т-590 ($d = 4$ мм),
- ЦЛ-11 ($d = 3$ мм),
- АНО-21 ($d = 3$ мм);

2) з обмазкою цих електродів модифікуючою домішкою.

Оцінено вплив складу електродів та використаної вторинної сировини на розподіл компонентів, якість перехідної зони, а також структуру металу покриття [1]. Встановлено, що при наплавленні електродом ЦЛ11 без модифікатора формуються тріщини. При використанні АНО-21 присутні зони з істотним падінням мікротвердості. Найбільш стабільні властивості відновленого шару забезпечуються із додаванням шихти. Введення модифікуючої домішки у 2-3 рази зменшує глибину проплавлення деталі та ширину перехідного шару, тим самим знижує частку основного металу у покритті. Встановлено, що найкращі результати досягнуті при використанні електроду Т590 з обмазкою немагнітної складової шихти.

Для визначення рівня зносостійкості наплавлених покриттів були проведені стендові випробування на машині тертя типу СМТ-1 за схемою «диск-колодка». В результаті проведених трибологічних випробувань встановлено, що мінімальний коефіцієнт зношування характерний, як для зміцненої деталі, так і для тієї, що у спряженні, при відновленні поверхні інструмента електродом Т-590 з обмазкою немагнітної складової шихти. Мінімальні значення ширини доріжки, коефіцієнта і моменту тертя -характерні для відновленого наплавленням зразка електродом ЦЛ-11. Після випробувань на зношування спостерігається зниження рівня твердості для всіх наплавлених зразків. Максимально зменшилася мікротвердість на 41,54% при відновленні шару електродом Т-590. При цьому, введення модифікуючої домішки дозволило стабілізувати даний показник. Після іспитів на зношування рівень мікротвердості такого модифікованого покриття був навіть вищим, ніж у вихідному стані (тільки електродом Т-590) до випробувань. Для всіх інших зниження мікротвердості складало більше ніж 20%.

Дослідженнями встановлено, що кращі результати при наплавленні поверхневого шару різального інструмента переробного обладнання досягнуто при його відновленні електродом Т-590 з використанням модифікуючої домішки. Це забезпечує підвищення мікротвердості та зносостійкості при експлуатації порівняно з наплавленням без домішок.

Список використаних джерел

1. Романюк С. П. Разработка технологического процесса восстановления поверхности деталей из высокоуглеродистой легированной стали. Х.: Вісник

Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» Серія: Інноваційні технології та обладнання обробки матеріалів у машинобудуванні та металургії. 2019. №. 26 (1351). С.47-51.

УДК 614.8:631.3

ОСОБЛИВОСТІ ОХОРОНИ ПРАЦІ НА АВТОМАТИЗОВАНОМУ ТА РОБОТИЗОВАНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Є. І. МАРЧИШИНА, доцент, канд. с.г. наук

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: marchyshyev@gmail.com

Механізація та автоматизація виробничих процесів – найважливіший напрямок створення безпечних умов праці. Механізація – це заміна м'язової сили людини під час виконання робочих та допоміжних рухів за допомогою використання енергії електро-, пневмо- чи гідродвигуна. Механізація сприяє ліквідації важкої фізичної праці, зниженню травматизму, зменшенню чисельності персоналу. Автоматизація – це надання машині можливості самостійно виконувати функції управління. Автоматизація, як найвищий ступінь механізації, сприяє ліквідації суттєвої різниці між розумовою та фізичною працею. За комплексної автоматизації технологічні процеси виконуються без втручання людини.

Одним із перспективних напрямів є використання промислових роботів (маніпуляторів із програмним управлінням). Промисловий робот є складною системою або універсально застосовується (рухливий, порталний, консольний, з лінійним переміщенням, автономно пересувається тощо) автомат з декількома (мінімально – трьома) осями, шляхи або кути руху якого, а також послідовність його дій заздалегідь запрограмовані та керуються чутливими елементами. Від відомих засобів автоматизації роботи відрізняються тим, що дозволяють автоматизувати такі виробництва, які неможливо чи недоцільно автоматизувати традиційними засобами. Автоматизація та роботизація знайшли широке застосування у цехах з важкими та шкідливими умовами праці.

Промислові роботи, роботизовані технологічні комплекси, роботизовані технологічні дільниці, гнучкі виробничі системи – це досконаліший етап у комплексній автоматизації виробництва. Інтеграція двох сфер (автоматизації обробки інформації та автоматизації технологічних виробництв) призвело до появи нового напрямку, який отримав назву гнучких автоматизованих виробництв. Це автоматизоване виробництво, призначене для випуску дрібносерійної продукції різноманітної номенклатури у швидко мінливих виробничих умовах із частою зміною номенклатури готової продукції. Воно реалізується за допомогою гнучких виробничих систем, до складу яких входять

виробничі модулі та гнучкі автоматизовані лінії.

Накопичений у світі досвід автоматизації та роботизації виробничих процесів показує, що проблеми безпеки ще не вирішені. Обстеження 4341 роботизованих робочих місць у Японії показало, що на кожні 100 роботизованих технологічних дільниць припадає: щонайменше чотири нещасних випадків на рік, зокрема один - зі смертельним результатом; 37% персоналу, який обслуговує роботизовані технологічні комплекси, перебуває у небезпечних і критичних ситуаціях. Основними видами травм на роботизованих підприємствах є травми пальців (33%), рук (1%), голови (16%), спини (11%), плечей (6%), ніг (6%), шиї (3%), щелепні (3%), переломи ребер (3%) [1]. За даними фахівців [3], 38,1% нещасних випадків відбувається внаслідок помилкових дій людини, 61,9% – внаслідок відмов у роботі та некерованих дій виконавчих механізмів роботів.

Науково-технічний прогрес, полегшуючи працю та підвищуючи її продуктивність і безпеку, не виключає повністю проблеми охорони праці та захисту довкілля. Це пов'язано з наявністю об'єктивних і суб'єктивних чинників: створенням виробничих одиниць великої потужності, зростанням обсягів виробництва і, отже, збільшенням кількості шкідливих речовин, що попадає у виробниче середовище; інтенсифікацією виробничих процесів і, отже, прискоренням ритму виробництва; підвищення складності обладнання; появою нових шкідливих та небезпечних виробничих факторів; збільшенням обсягу інформації, що надходить для сприйняття в одиницю часу; відставанням темпів підвищення кваліфікації персоналу від темпів запровадження нової техніки; відставання термінів впровадження нових правил техніки безпеки від термінів впровадження нового обладнання; недостатньою інформацією про небезпечні та шкідливі чинники та методи попередження їх виникнення; монотонністю праці та зростанням гіподинамічних навантажень.

Застосування в промисловості автоматів і роботів змінює зміст роботи людини, скорочує ручну некваліфіковану працю, покращує умови праці та дозволяє вивільняти і спрямовувати на більш престижні роботи значну кількість робітників. Автомати та роботи знижують травматизм на підприємствах. Але при їх роботі можливий вплив на працівників нових фізично небезпечних виробничих факторів: рухомих пристроїв автоматів, роботів і матеріалу, що пересувається (рухається) (виробів, заготовок, інструменту тощо).

Основними причинами, що формують небезпечні, критичні та аварійні ситуації при експлуатації роботизованих систем є: непередбачені рухи виконавчих пристроїв промислових роботів при налагодженні, ремонті, під час навчання та виконання керуючої програми; раптова відмова у роботі промислового робота або технологічного обладнання, спільно з яким він працює; помилкові (ненавмисні) дії оператора за необхідності налагодження або ремонту під час роботи в автоматичному режимі; доступ людини до робочого простору робота, що функціонує в режимі виконання програми; порушення умов експлуатації промислового робота або роботизованого

технологічного комплексу; порушення вимог ергономіки та безпеки праці при плануванні комплексу та дільниці.

Встановлено, що найбільш травмонебезпечною ситуацією є прямий контакт людини з машиною, коли людина виконує такі операції, як перепрограмування, налагодження, ремонт, встановлення, зняття інструменту, монтаж, змащення або чищення, виявлення причин та усунення несправностей. Найбільшого ризику бути травмованими під час виконання наведених вище операцій піддаються працівники таких професій: слюсарі-монтажники, збиральники, електротехніки, наладчики, майстри.

Аналіз та правильне використання відомостей про розподіл, динаміку та причини виробничого травматизму при експлуатації автоматичних ліній, роботизованих систем дозволяють уникнути повторення помилок при проектуванні, створенні та експлуатації нових автоматичних ліній, комплексів та виробництв.

Список використаних джерел

1. Войналович О. В., Марчишина Є. І., Кофто Д. Г. Безпека виробничих процесів у сільськогосподарському виробництві. К: Видавничий центр НУБіП України. 2015. 418 с.
2. Войналович О. В., Марчишина Є. І., Білько Т.О. Охорона праці у сільському господарстві. - К: Центр навчальної літератури. 2017. 691 с.

УДК 614.8:631.3

МЕТОДИКА SWIFT ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ ТРАВМАТИЗМУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ

Є. І. МАРЧИШИНА, доцент, канд. с.г. наук

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: marchyshyev@gmail.com

Ідентифікування ризику – це процес виявлення, усвідомлення та реєстрування ризиків травматизму працівників. Суть ідентифікування ризику – визначити, які ситуації можуть виникати та як вони впливають на досягнення цілей системи чи організації. Аналіз ризику дає змогу отримати вхідні дані для загального оцінювання ризику та прийняття рішень щодо потреби оброблення ризику та щодо найбільш відповідних стратегій і методів оброблення.

Оброблення ризику охоплює: розгляд наявних засобів контролювання для інтерпретації наслідків разом зі всіма відповідними чинниками, що позначаються на наслідках; зіставлення наслідків ризику і початкових цілей.

Типи методів загального оцінювання ризику класифікують різноманітними способами, щоб полегшити розуміння їхніх відносно сильних і

слабких аспектів. Методи та засоби аналізування для загального оцінювання ризику: «Мозкова атака», метод Дельфі, дослідження небезпечних чинників і працездатності, аналізування небезпечних чинників і критичні точки контролю, структурований метод «Що – якщо», аналіз сценаріїв, дослідження впливу на діяльність, аналіз першопричин, видів та наслідків відмов, аналіз «дерева відмов», «дерева подій», причин і наслідків, причинно-наслідкових зв'язків, рівнів захисту, аналіз за схемою «краватка-метелик» та інші.

Розглянемо детальніше структурований метод «Що – якщо» (SWIFT), який широко використовують для розрахунків. Методику SWIFT розроблено як спрощений варіант HAZOP. Це – системне дослідження, яке провадить група спеціалістів із застосуванням набору «навідних» слів або фраз, що їх використовує координатор під час робочого засідання, щоб стимулювати ідентифікування ризиків з боку учасників. Координатор і група використовують стандартні фрази типу «що трапилось, якщо» у поєднанні з навідними фразами, щоб дослідити, як на систему, технічний об'єкт, організацію чи процедуру впливатимуть відхилення від нормального функціонування та поведінки. Методику SWIFT, на відміну від методики HAZOP, застосовують зазвичай на рівні систем за нижчого рівня докладності.

Відповідно до методики SWIFT процес дослідження ризику відбувається наступним чином:

- перед початком дослідження координатор готує належний перелік навідних фраз і слів, який може базуватись на стандартному наборі так, щоб унеможливити всебічний огляд небезпечних чинників або ризиків;
- на робочому засіданні обговорюються і погоджують зовнішнє та внутрішнє оточення, пов'язані з об'єктом, системою, зміною чи ситуацією, а також сферу застосування дослідження;
- координатор пропонує учасникам навести та розглянути: відомі ризики та небезпечні чинники; попередній досвід та інциденти; відомі та наявні засоби контролювання та захисту; регуляторні вимоги та обмеження;
- ризики підсумовують і група розглядає вже запроваджені засоби контролювання;
- група затверджує опис ризику, його причин, наслідків і передбачених засобів контролювання та складає відповідні протоколи; - під час обговорення ставлять конкретніші запитання типу «що-якщо», щоб ідентифікувати додаткові ризики;
- звичайною практикою є використання якісного чи напівякісного методу загального оцінювання ризику, щоб поділяти передбачені дії за їхньою пріоритетністю.

Це загальне оцінювання ризику зазвичай провадять з урахуванням наявних засобів контролювання та їхньої результативності.

Переваги методики SWIFT наступні:

- широка застосовність до всіх видів технічних об'єктів або систем, ситуації чи обставин, організацій або діяльності;
- потребує мінімального підготування членами групи;

- є відносно швидким, а основні небезпечні чинники та ризики швидко стають очевидними під час робочого засідання;
- дослідження «системно зорієнтовано» і дає змогу учасникам побачити, як система реагує на відхили, а не просто дослідити наслідки відмови окремих складників;
- дає змогу ідентифікувати ризики та небезпечні чинники так, щоб результати можна було застосовувати для кількісного дослідження, тоді як, зазвичай, для оцінювання ризику та визначення пріоритетності відповідних дій використовують якісну чи напівякісну форму ранжування ризику.

Методика SWIFT має певні обмеженості:

- результативність залежить від досвіду та кваліфікації координатора;
- потреба в ретельному підготовленні, щоб не втрачати часу на робочих засіданнях групи;
- якщо досвід групи недостатній або якщо система навідних фраз не всебічна, деякі ризики чи небезпечні чинники можуть бути не ідентифіковані;
- застосування методу на загальному рівні може не давати змоги виявити складні, докладні чи взаємопов'язані причини.

Список використаних джерел

1. Войналович О. В., Марчишина Є. І., Білько Т.О. Охорона праці у сільському господарстві. - К: Центр навчальної літератури, - 2017. - 691 с.
2. Войналович О. В., Марчишина Є. І., Кофто Д. Г. Безпека виробничих процесів у сільськогосподарському виробництві. - К: Видавничий центр НУБіП України. - 2015. - 418 с.

УДК 621.791.92

ВИКОРИСТАННЯ ГЛИНИ В ЯКОСТІ МОДИФІКАТОРА ПРИ НАПЛАВЛЕННІ СІРОГО ЧАВУНУ

О. В. ТІХОНОВ, кандидат технічних наук, доцент
І. М. РИБАЛКО, доктор технічних наук
Н. В. КАПЛІЄНКО, здобувач вищої освіти
Державний біотехнологічний університет, м. Харків
E-mail: e-mail: kafedraTSRP@i.ua

Сірий чавун, широко застосовується в машинобудуванні та являє собою не суцільний метал, а пористу металеву губку - сплав заліза з графітом, пори якої заповнені пухкою неметалевою речовиною - графітом. Чавун досить крихкий. Його відносне подовження при розриві дуже низько. Він розбивається на шматки ударом.

У конструкції автомобілів і тракторів маса литих деталей із сірого чавуну, наприклад, становить 15-25 % від загальної маси. Переважне застосування сірого чавуну обумовлене тим фактом, що в ньому сполучаються висока зносостійкість і протизадирні властивості при терті з обмеженим змащенням, демпфіруюча здатність. Основна номенклатура виробів – це блоки, корпусні деталі, головки і гільзи циліндрів, кришки корінних підшипників двигунів, гальмові диски та диски зчеплення, гальмові барабани і інші деталі, для яких сірий чавун є оптимально технологічним та економічним конструкційним матеріалом.

При наявності тріщини довжиною до 50 мм картер встановлюють на стіл свердлильного верстата і свердлом Ø6 мм просвердлюють отвори по кінцях тріщини. Потім розфасовують тріщину по всій довжині з обох сторін під кутом 90° і фаскою 3x3 мм і заварюють підготовлену для зварювання тріщину на поверхні корпусу переривчастим суцільним швом з припуском 0,5мм на зачистку. Для цього застосовують мідно-залізні електроди ОЗЧ-1 діаметром 4мм. Електрод має покриття марки УОНИ-13/55 з додаванням залізного порошку в кількості 18- 20% від ваги міді. Також можна використовувати електроди зі звичайної мало вуглецевої сталевих дроту з обмазкою, що складається з 74% крейди, 6 каніфолі і 20% рідкого скла або 80% крейди і 20% рідкого скла. Висока якість заварки можна отримати тільки при ретельній підготовці місця заварки і певної послідовності накладення зварних швів з дотриманням відповідного теплового режиму.

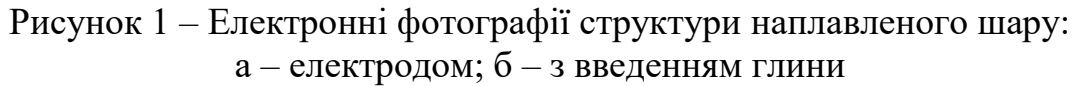
Часто в процесі зварювання відбувається відбілювання чавуну, що надає йому високу твердість і крихкість в зоні зварювання і робить його абсолютно непридатним для механічної обробки після зварювання.

Запропоновано використання матеріалу природного походження у якості модифікуючої домішки, яку наносили на електрод ЦЧ-4 у кількості до 6% від маси електрода. У якості модифікатора використовували глину Куп'янського родовища. Хімічним аналізом встановлено, що вона містить, % 5,225 Na, 1,129 Mg, 6,551 Al, 0,623 K, 56,455 Ca, 0,341 Fe, 19,2 Si, 8,5 P, 1,0-1,5 S, 7,0 Cl.

Подрібнений порошок глини розмішували з клеєм марки ПВА у пропорції 2 грама порошку та 2 грама клею та ретельно перемішували. Після чого, отриману емульсію зразу наносили тонким шаром на електроди.

Додаткове введення глини знижує пористість наплавленого шару металу. Підвищується мікротвердість наплавленого шару та становить Н-50-583,9-808,2. При наплавленні тільки електродом мікротвердість становить Н-50-555,8-720,9.

Проведено дослідження розподілу компонентів по перетину наплавленого шару мікрорентгеноспектральним аналізом (рис. 1). Виявлено, що концентрація кисню збільшується в наплавленому шарі до 5,83% при модифікуванні в порівнянні з без додаткового введення глини – 3,14%. З'являються сліди кальцію, концентрація по перетину становить 0,04-0,05%. В перехідній зоні збільшується вміст алюмінію в 2 рази в порівнянні з простим нанесенням покриття електродом. Виявлено підвищення вмісту кремнію в наплавленні,



Також по перетину наплавлення з введенням глини виявлено білі зерна розміром до 1мкм з підвищеним вмістом вуглецю 24,06%, титану 0,65% та ванадію 56,26%.

Використання глини у якості модифікатора навіть у кількості до 6% від маси електрода призводить до покращення якості наплавленого шару, підвищення мікротвердості.

1. Корпусні деталі з чавунів та їх якісні показники: Монографія / Т.С. Скобло, О.І. Сідашенко, О.В. Сайчук. Під ред. д.т.н. проф. Скобло Т.С. – Х: Діса плюс, 2019. – 282 с.

УДК 621.787.4

ОБКАТЫВАНИЕ И РАСКАТЫВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ РОЛИКАМИ УЧИТЫВАЯ ЖЕСТКОСТЬ СИСТЕМЫ СТАНОК- ИНСТРУМЕНТ-ДЕТАЛЬ

А. В. ЗУБЕХИНА-ХАЙЯТ, ассистент
Николаевский национальный аграрный университет, г. Николаев
E-mail: zubehinakhayat@gmail.com

Повышение качества и надежности машин и их элементов является одной из важных и первоочередных задач современного этапа развития отечественного машиностроения. Эта проблема может быть решена с помощью разработки и освоения эффективных методов упрочнения деталей машин и повышения их долговечности.

С целью повышения износостойкости пар трения, контактной и усталостной прочности деталей широко применяется поверхностное пластическое деформирование обкатыванием их роликами. Реализация оптимального основного режима обкатывания (рабочего усилия) связана с жесткостью технологической системы станок-инструмент-деталь. В смысле сохранения оптимального режима обкатывания представляет опасность не столько снижение жесткости, сколько ее непостоянство.

Постоянство необходимого усилия непосредственно связано с жесткостью технологической системы станок – инструмент - деталь. Жесткость j системы, состоящей из нескольких звеньев, определяется по А.П. Соколовскому:

$$\frac{1}{j} = \frac{1}{j_1} + \frac{1}{j_2} + \frac{1}{j_3} + \dots \quad (1)$$

Одна из основных составляющих жесткости системы - жесткость станка. На жесткость металлорежущих станков оказывает большое влияние соотношение составляющих усилия резания. Соотношение $P_z : P_y : P_x$, на которое рассчитаны универсальные металлорежущие станки, отличается наибольшим значением P_z . При довольно широких колебаниях указанное соотношение, в среднем характерное для процесса резания, составляет 1: 0,4: 0,25.

В процессе обкатывания эксцентричное закрепление детали, радиальное биение роликов и другие погрешности приводят к тому, что система работает в колебательном режиме разгрузка - нагружение вблизи максимума приложенной нагрузки. Задача стабилизации усилия обкатывания в пределах допустимых отклонений решается введением в конструкцию обкатных устройств упругих элементов пониженной жесткости.

Объединяя в выражении (1) жесткость станка, детали, крепежных приспособлений общим символом j_c и выделив жесткость инструмента для обкатывания j_u , найдем жесткость системы [4]:

$$j = \frac{j_c j_u}{j_c + j_u}. \quad (2)$$

Рассмотрим жесткость системы инструмент - деталь на примере раскатывания втулок. Представим втулку в процессе раскатывания в виде тонкой цилиндрической оболочки, шарнирно опертой на концах и нагруженной в среднем сечении радиальными составляющими усилия, равномерно разнесенными по окружности и приложенными в точках контакта роликов. Такой случай рассмотрен в работе П.П. Бейларда [5].

Дифференциальные уравнения оболочки решаются методом разложения перемещений и нагрузок в двойные ряды Фурье.

В результате получено выражение для радиального перемещения ω , пригодное для численных расчетов:

$$\omega = \frac{12kl^3(1-\mu^2)P}{\pi h^3 E \rho} \left[\sum_n (-1)^{\frac{n-1}{2}} \frac{\sin \frac{n\pi}{l} x}{n^4 \pi^4 + 12(1+\mu^2)\alpha^4 \gamma^2} + \sum_m \sum_n (-1)^{\frac{n-1}{2}} \frac{2(m^2 \alpha^2 + n^2 \pi^2)^2}{T} \cos(Rm) \varphi \sin \frac{n\pi}{l} x \right],$$

где P - радиальное усилие на каждом ролике; k - количество сил (роликов); E, μ - модуль упругости и коэффициент Пуассона материала раскатываемой втулки; $\rho = \frac{|D_d|}{2}; l; h$ - радиус, длина и толщина стенки втулки; $\alpha = \frac{2l}{|D_d|}; \gamma = \frac{|D_d|}{2h}$;

X, φ - цилиндрические координаты;

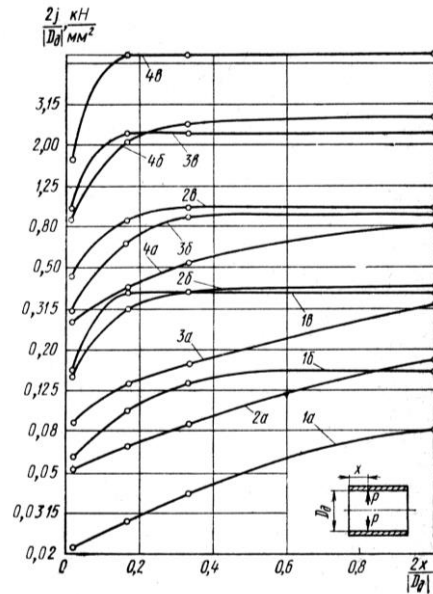
$$T = (m^2 \alpha^2 + n^2 \pi^2)^4 + 12(1-\mu^2)n^4 \pi^4 \alpha^4 \gamma^2 - m^2 \alpha^4 [2m^4 \alpha^4 + (6+\mu-\mu^2)n^4 \pi^4 + (7+\mu)m^2 \alpha^2 n^2 \pi^2]$$

Жесткость металообработывающих станков исследовалась в лаборатории и на предприятии с помощью динамометров и индикаторов. Жесткость инструментов рассчитывалась по зависимостям теории упругости, расчеты проверялись экспериментально с помощью динамометров и индикаторов.

С помощью теоретических и экспериментальных исследований показано, что с учетом жесткости системы станок-инструмент-деталь, стабилизации усилия обкатывания, локализации пластической деформации в тонком поверхностном слое удалось достичь оптимальных режимов обкатывания и за счет этого расширить номенклатуру обкатываемых и раскатываемых деталей.

По деформациям и приложенным усилиям рассчитывалась жесткость втулок. Графики изменения жесткости по длине втулок с различной толщиной стенки приведены на рис. 1. Графики показывают, что жесткость вблизи торца при двухроликовой схеме раскатывания примерно в 4 раза ниже жесткости на глубине, равной диаметру, причем на всей этой длине жесткость повышается по мере удаления от торца. Увеличение количества точек нагружения до 4 и тем более до 8 несколько сокращает перепад жесткости до трехкратного и существенно приближает к торцу сечение, в котором жесткость стабилизируется. Представляет интерес полное совпадение опытных значений

жесткости, полученных на глубине, равной диаметру втулки, с расчетными значениями, для соответствующих γ и количества усилий.



Высокая радиальная жесткость системы инструмент – деталь и, как следствие этого, непосредственная зависимость качества поверхности от небольших изменений натяга – серьезный и трудно преодолимый недостаток планетарных многороликовых устройств. Создание практичной конструкции головок пониженной радиальной жесткости с роликами прямолинейного профиля остается актуальной проблемой, от решения которой зависит расширение номенклатуры раскатываемых деталей.

Разработанные технология и устройства для обкатывания валов и раскатывания отверстий внедрены в производство на ОАО «Николаевский глиноземный завод».

Список використаних джерел

1. Бабей Ю.И., Бутаков Б.И., Сысоев В.Г. Поверхностное упрочнение металлов.- Киев: Наук. думка, 1995. 256 с.
2. Фукс А.И., Эльясберг М. Е. Определение оптимального состава гаммы горизонтально-расточных станков. – М.: НИИМАШ, 1969. 65 с.
3. Рыжов Э. В. Контактная жесткость деталей машин. - М.: Машиностроение, 1968. 180 с.
4. Браславский В.М. Технология обкатки крупных деталей роликами. - М.: Машиностроение, 1975. 160 с.
5. Бейлард П. П. Напряжения от локальных нагрузок в цилиндрических сосудах давления. Сб. Вопросы прочности цилиндрических оболочек. – М., Оборонгиз, 1960. С. 43 – 65.
6. Зубехіна-Хайят О.В. Моделювання процесу обкатування різьб і черв'яків роликами / Вісник аграрної науки Причорномор'я. Вип. 4 (96). 2017. – Миколаїв, МНАУ, 2017 р. С. 194 – 201.
7. Зубехіна-Хайят О.В. Дослідження жорсткості системи «верстат-інструмент-деталь» при ремонті деталей методом поверхневого пластичного деформування / О.В. Зубехіна-Хайят, Д.Д. Марченко // Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. – Харків, ХНТУСГ ім. Петра Василенка.– 2018.
8. Zubiekhina-Khaiiat O. Reserch on rigidity of the system «Machine tool-tool-detail» When running by rollers / O. Zubiekhina-Khaiiat // CERTIFICATE OF participation for participation in the IV International Scientific and Practical Conference Challenges in science of nowadays, held on May 26-28, 2020. – Washington, USA – 2020.
9. Зубехіна – Хайят О.В. Точність при обкатуванні деталей обертання роликами та шариками / О.В. Зубехіна – Хайят // Матеріали причорноморської регіональної науково-практичної конференції професорсько – ВИКЛАДАЦЬКОГО СКЛАДУ «Розвиток українського села – основа аграрної реформи в Україні», квітень 2021 р. – Миколаїв, МНАУ. 2021.
10. Павлюк С.С. Жорсткість системи верстат-інструмент-деталь та її вплив на процес обкатування при поверхневому пластичному деформуванні / С.С. Павлюк, О.М. Дюльгер, Д.О. Кошмак, О.В. Зубехіна-Хайят // Матеріали 31-ї студентської науково-теоретичної конференції «участь молоді у розбудові

агропромислового комплексу України» 20-22 березня 2020 р. – Миколаїв, МНАУ. 2020.

11. Зубехіна – Хайят О.В. Методики визначення оптимальних режимів обкатування роликами / О.В. Зубехіна – Хайят // Матеріали причорноморської регіональної науково-практичної конференції професорсько – викладацького складу «Розвиток українського села – Основа аграрної реформи в Україні» 17 – 19 квітня 2020 р. – Миколаїв, МНАУ. – 2020.

УДК 620.699.22

ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТВЕРДОСТІ МАТЕРІАЛІВ

О. Е. SEMENOVSKIY, кандидат технічних наук, доцент,

О. V. MYKHNIAN, кандидат технічних наук, асистент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: semenovski@ukr.net, mixnyan@ukr.net

При виготовленні деталей різного призначення керуються умовами їх роботи і, відповідно, звертають увагу на такі характеристики, як міцність, в'язкість та твердість.

Тільки методика визначення твердості матеріалу, окрім фізичних методів, дозволяє проводити дослідження не руйнуючи деталь. При цьому враховується той фактор, що решта властивостей побічно пов'язана з параметром твердості.

Основний недолік всіх сучасних методів вимірювання твердості матеріалів полягає в невідповідності практичного змісту одиниць вимірювання досліджуваного параметру теоретичній суті твердості - як фізичної величини, що характеризує властивості твердого тіла.

Одиниці всіх методів вимірювання твердості для їх практичного співставлення, залежно від масштабного фактору, прийнято порівнювати, через переведення їх величин до таких загальновизнаних методів, як Брінелля, Роквелла, або Віккерса. Користуватися переведенням величин твердості, отриманих різними методами, слід дуже обережно і переважно для попередньої оцінки відносної зміни властивостей матеріалу.

При застосуванні цих методів ми маємо одиниці вимірювання, що являють собою співвідношення між навантаженням на індентор, заданої стандартизованої форми та площею, або глибиною відбитка. Хоча виходячи з фізичного змісту такої властивості, як твердість необхідно визначати співвідношення між навантаженням на індентор та об'ємом витісненого матеріалу.

В наших дослідженнях було завдання встановити теоретичне підґрунтя до цифрових характеристик одиниць твердості, отриманими при різних методиках вимірювання.

Для надання фізичного змісту визначення твердості в роботі проводилось визначення залежності об'єму витісненого матеріалу від прикладеного навантаження. Співставлення саме цих величин дало можливість реально визначати співвідношення між одиницями різних методів не базуючись на практичних порівняннях, а шляхом підведення теоретичної бази.

Отримані результати вказують на достатньо високу кореляцію між результатами отриманих при різних методиках вимірювання твердості.

УДК 620.699.22

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄМНОЇ ТВЕРДОСТІ МЕТАЛІВ

О. Е. SEMENOVSKIY, кандидат технічних наук, доцент,

О. V. MYKHNIAN, кандидат технічних наук, асистент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: semenovski@ukr.net, mixnyan@ukr.net

В нашій роботі проведено порівняння одиниць вимірювання основних методів визначення твердості шляхом надання їм дійсного фізичного змісту. З цією метою проводилось визначення залежності об'єму витісненого матеріалу від прикладеного навантаження, тому що співставлення саме цих величин дає можливість реально визначати співвідношення між одиницями різних методів не базуючись на практичних порівняннях, а шляхом підведення теоретичної бази.

Враховуючи різну форму інденторів, а також широкий діапазон зміни навантажень, необхідно введення певних коефіцієнтів, які будуть враховувати ці масштабні фактори.

Для забезпечення коректності отриманих результатів дослідження проводились в достатньо широкому діапазоні вимірювання властивостей досліджуваних матеріалів. Нижня межа твердості була прийнята в 15 одиниць за шкалою HRC, що відповідає твердості незагартованої сталі, а верхня межа відповідно 60 HRC. Така твердість характеризує властивості інструментальних матеріалів.

Оскільки в наших дослідженнях прийнято, що реальною фізичною величиною, яка відповідає теоретичному визначенню твердого тіла є здатність саме об'єму тіла проникненню в нього індентора, то нами були виведені формули для основних методів вимірювання твердості.

Результати розрахунків наведенні графічно. Наведені співвідношення значення одиниць твердості різних методів вимірювання до реальних значень об'ємної твердості на рисунку 1.

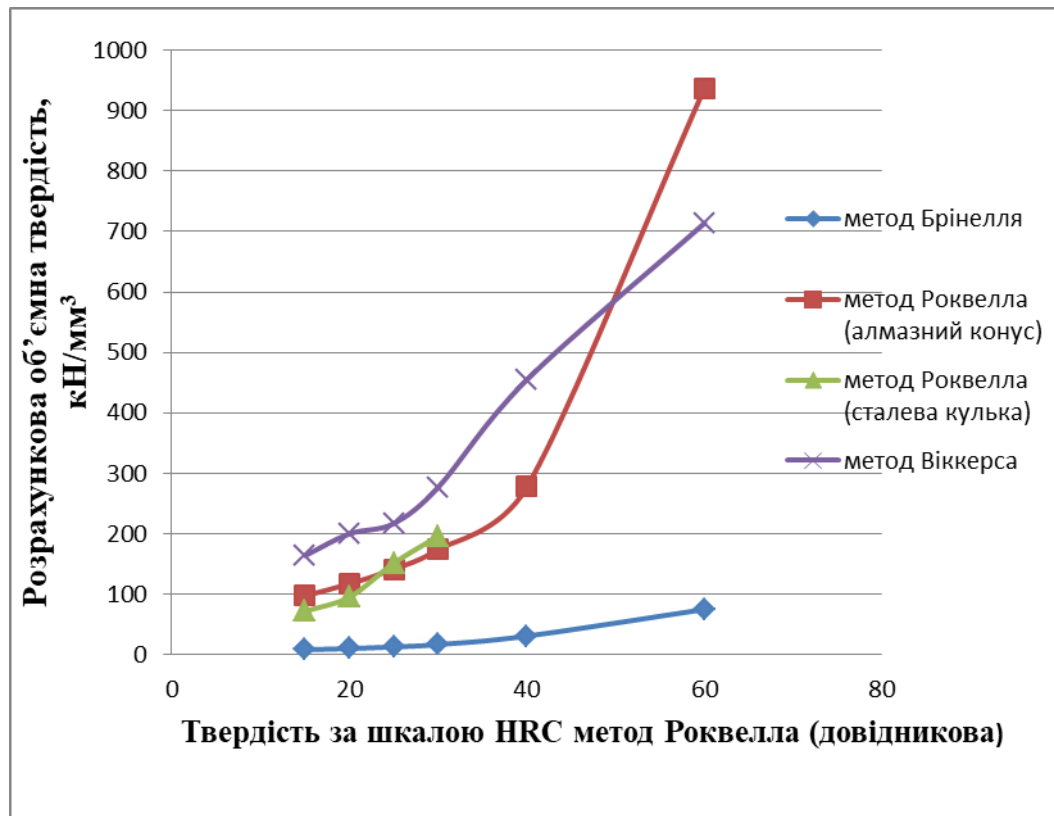


Рис. 1. Характер зміни об'ємної твердості матеріалів в інтервалі 15 – 60 HRC

Отримані результати вказують на достатньо високу кореляцію між результатами отриманих при різних методиках вимірювання твердості.

Дещо відрізняються дані отримані при дослідженнях за методом Брінелля, що пояснюється досить значним масштабним фактором.

УДК 621.74.046

МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СЕРЕДНЬОВУГЛЕЦЕВОЇ КОНСТРУКЦІЙНОЇ СТАЛІ МІКРОЛЕГОВАНОЇ КОМПЛЕКСАМИ ЛИГАТУРАМИ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ МАШИНОБУДУВАННІ

Г. М. ПОХИЛЕНКО, старший викладач
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: pokhilenko@nubip.edu.ua

Одна з проблем, яка вирішується в сучасному машинобудуванні — це необхідність створення сталей із заздалегідь заданими властивостями. Для підвищення механічних та технологічних властивостей, економії дефіцитних легуючих елементів (нікель, молібден та інші) використовують мікролегуювання

та модифікування сталей карбідообразуючими (бор, ванадій, титан, ніобій) та термо-дінамічноактивними елементами (кальцій, церій).

Ведуться роботи в області використання таких елементів для середньовуглецевих сталей з метою вивчення їх впливу на структуру, механічні і технологічні властивості та створення сталей з властивостями, які мають сталі з великим вмістом дефіцитних легуючих елементів (хромомолібденові, хромо нікелеві). Одним з таких елементів є бор, лігатури та модифікатори, які містять бор.

Найбільш ефективний вплив на властивості сталей бор має в концентраціях від 0,0003 до 0.01%. Встановлено, що для середньовуглецевих сталей особливість впливу бору пояснюється взаємодією атомів цього елемента з дислокаціями і межами зерен та блоків.

Сьогодні можливо створення математичних моделей, які б дозволили створювати мікролеговані сталі з наперед заданими властивостями. А також вивчається тенденція зменшення вмісту основних легуючих елементів завдяки використанню комплексів мікролегуючих елементів. Наприклад, бор – титан, який дозволяє запобігти таким дефектам як камневидний злам. Бор – мідь, де мідь дозволяє збільшити розчинність бору в аустеніті та запобігти виділенню крихкої фази, що містить бор, на границях аустенітного зерна.

Кількість розчинного та нерозчинного бору залежить від контрольованих добавок азоту, алюмінію, титану, цирконію та інших елементів.

Ведуться дослідження по впливу на структуру і властивості конструкційних сталей таких комплексів елементів бор – ванадій – лантан, бор – лантан, бор – ванадій – церій, бор – церій, бор – ванадій – цирконій, а також вплив модифікатору алюміній – бор, на структуру середньовуглецевої сталі.

Дослідження впливу бору на особливості формування структури та зміни механічних властивостей сталі 30ХГСА легованої бором, а також комплексами: бор – ванадій, бор – цирконій, бор – ванадій – цирконій.

Одною з технологічних властивостей сталей є прогартованність – глибина проникнення прогартованої зони. Введення бору в конструкційні сталі суттєво підвищує прогартованність, при одночасному зниженні витрат дефіцитних легуючих елементів без погіршення механічних властивостей та технологічних показників. Зменшення загального ступеня легування сталі дозволяє не тільки знизити собівартість сталі, але і поліпшити її механічні властивості, а також зменшити чутливість структури до різних концентраторів напруги.

Відзначимо, що введення бору в сталь 30ХГС дозволило збільшити межу текучості на 100 – 150 МПа, а межу міцності на 200 МПа після низького і середнього відпуску, тоді як при високому відпуску ці показники практично не змінилися. Введення в сталь комплексу бор – ванадій дозволило не лише підвищити межу міцності і межу текучості на 100 МПа після низького і середнього відпуску, але й збільшити в 1.5 рази ударну в'язкість.

При мікролегуванні сталі комплексом бор – цирконій можливо досягнути такого ж ефекту, але при цьому спостерігається різке зменшення ударної

в'язкості і відносного видовження сталі в інтервалі температур середнього відпуску. Додаткове мікролегування сталі ванадієм зміщує інтервал різкого зниження ударної в'язкості в зону температур високого відпуску, при цьому відносне видовження поступово збільшується з підвищенням температури відпуску.

Результати виконаних досліджень комплексу механічних властивостей розроблених сталей дозволяють зробити висновок про можливість їх використання при виготовленні відповідальних деталей і механізмів машин, які працюють в важких умовах циклічних напружень і абразивного зношування – молотків кормодробарок, осей ланцюгових транспортерів.

УДК 621.74.046

ВИМОГИ ДО ФОРМУВАННЯ ПОВЕРХНЕВОГО РОБОЧОГО ШАРУ КОМПЛЕКСНОЛЕГОВАНИХ ЧАВУННИХ ВИЛИВКІВ

Г. М. ПОХИЛЕНКО, старший викладач

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: pokhilenko@nubip.edu.ua

В умовах постійно зростаючих вимог до експлуатаційних характеристик деталей і вузлів машин, механізмів і обладнання, які працюють під впливом значних динамічних навантажень при активних видах зношування, застосування комплекснолегованих чавунних біметалевих виливків є перспективним в питаннях раціонального і економного використання металів, підвищенні надійності і довговічності виробів, підвищенні конкурентоспроможності обладнання на вітчизняному та світовому ринках.

Поєднання різних металів в біметалевих виливках дозволяє не тільки об'єднати корисні властивості окремих складових, а й отримати зовсім нові властивості, які неможливо досягти в виробах з монометалевих матеріалів. За своїм функціональним призначенням біметалічні виливки повинні поєднувати високу твердість, зносостійкість робочого шару з конструкційної міцністю, ударною в'язкістю, пластичністю матеріалу основи. Для забезпечення високої зносостійкості робочих поверхонь біметалічні виливки повинні мати певне поєднання структурних характеристик і властивостей, серед яких основними є:

- високий ступінь легування і гомогенізації твердого розчину і рівномірний розподіл в ньому вторинних фаз;
- стабільність структури в процесі експлуатації;
- мінімальну відміну коефіцієнтів теплового розширення структурних складових;
- висока і рівномірна твердість при відсутності крихкості, а також високий опір стисненню, вигину, зсуву, зрізу, стисненню і корозії.

Одними з найбільш важливих вимог, висунутих до біметалічних відливок є наступні:

- надійний дифузійний зв'язок між сплавами, що входять до складу біметалевих пар;
- високі характеристики перехідної дифузійної зони, які повинні перевищувати відповідні показники матеріалу робочого шару біметалевих виливків.

Важливою вимогою, яка пред'являється до біметалічних відливок з метою значного зниження внутрішніх напружень і схильності до утворення тріщин, є близькість значень коефіцієнтів лінійного розширення сплавів, які входять до складу біметалевих пар.

Високі вимоги, що пред'являються до біметалічних виливків, обумовлюють необхідність визначення оптимальних хімічних складів і структур сплавів робочого шару і металу - основи, що забезпечують необхідні властивості, які відповідають умовам експлуатації.

Для виготовлення деталей, що працюють в умовах інтенсивного абразивного і ударно-абразивного зношування, найбільш широко використовуються комплекснолеговані білі чавуни. Легуючі елементи в значній мірі визначають тип карбідів і металевої основи білих чавунів та обумовлюють властивості вторинних фаз і структурних складових білих чавунів. Це такі елементи як хром, молібден, ніобій, цирконій, ванадій.

УДК 621.74.046

ВПЛИВ ХРОМУ НА СТРУКТУРУ І МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЛЕГОВАНИХ ЧАВУНІВ

Г. М. ПОХИЛЕНКО, старший викладач

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: pokhilenko@nubip.edu.ua

Одним з основних легуючих елементів який в значній мірі обумовлює тип карбідів і металевої основи білих чавунів та визначає властивості вторинних фаз і структурних складових білих чавунів є хром.

Властивості сплавів системи Fe-Cr-C визначаються двома важливими особливостями хрому - обмеженням γ - області і утворенням карбідів. Зміст хрому в білих чавунах більше 10% призводить до утворення в їх структурі первинного карбіду тригонального типу $(Cr,Fe)_7C_3$. При кристалізації аустенітної хромокарбідної евтектики карбіди типу Me_7C_3 на відміну від ледебуриту з карбідами типу Me_3C не утворюють безперервну фазу, а розміщуються в вигляді ізольованих тригональних карбідів в аустенітній основі. Карбіди Me_7C_3 більш тверді і дисперсні ніж Me_3C , що забезпечує

чавунам з карбідами першого типу більш високу зносостійкість і міцність в порівнянні з перлітними і ледебуритними чавунами. Мікротвердість карбідів Me_7C_3 становить 12000 - 15000 МПа, що значно перевищує мікротвердість цементиту (8000 - 11000 МПа). Максимальну зносостійкість мають білі чавуни, що містять 12 - 24% хрому.

Рівень механічних властивостей і зносостійкості чавуну визначається вмістом в ньому хрому і вуглецю, оптимальне співвідношення яких досягається в доєвтектичних і евтектичних чавунах. У заєвтектичних чавунах при кристалізації утворюються великі голкоподібні карбіди Me_{23}C_6 , які знижують зносостійкість і особливо міцність виливків.

Тому хімічний склад чавуну необхідно підбирати, таким чином, щоб він не був заєвтектичним. Максимуми міцності і зносостійкості в хромових чавунах не збігаються, що пояснюється змінним хімічним складом аустенітної і хромокарбідної евтектики і різним вмістом карбідів в залежності від складу чавуну.

Вуглець підвищує твердість чавуну, але знижує його властивості міцності, особливо в литому стані. Разом з тим максимум зносостійкості відповідає найбільш щільна евтектична структура з максимальною кількістю карбідів.

Таким чином факторами, які обмежують вміст хрому і вуглецю, є утворення заєвтектичних карбідів і перехід до евтектики $\text{A} + \text{Me}_{23}\text{C}_6$. При утриманні в чавунах 12 - 20% хрому сплави стають заєвтектичними при концентрації вуглецю понад 3,5%, а при 25 - 30% хрому - більше 2,6%.

Розмір і форма карбідів також істотно впливає на зносостійкість чавунів. Збільшення розмірів карбідів призводить до зниження зносостійкості. При однаковій кількості карбідів чавун з карбідами пластинчастої і скелетоподібної форми має велику зносостійкість, ніж з кулястими карбідами.

Однак присутність навіть значної кількості твердих карбідів не гарантує високий опір матеріалу зношування, якщо металева основа, в якій закріплені карбіди, має низьку міцність.

Виділені з твердого розчину карбіди повинні зберігати контакт з матрицею і не викришуються при терті. Оптимальний тип структури металевої основи залежить від величин питомого тиску і ударних навантажень. При низьких питомих тисках, коли характер зносу наближається до ерозії, максимальну зносостійкість має мартенситна металева основа, твердість якої наближається до твердості карбідів (10000 - 11500 МПа). При високих питомих тисках і ударних навантаженнях доцільна аустенітна металева основа.

Таким чином, металева основа білих чавунів повинна бути досить міцною, щоб не руйнуватися при додатку навантажень в процесі тертя, і досить в'язкою, щоб карбіди не викришувались.

Найбільш оптимальною в цьому відношенні є аустеніто-мартенситна металева основа, оскільки мартенсит є досить зносостійкою фазою, а аустеніт перешкоджає викришуванню карбідів.

Присутність в структурі металевої основи навіть невеликої кількості продуктів дифузійного розпаду аустеніту різко знижує зносостійкість чавуну. Зниження швидкості перлітного перетворення пов'язане з додатковим легуванням чавуну і проведенням термічної обробки.

Для зносостійких легованих чавунів недостатня прогартовуваність будь-якого перетину означає недостатньо високу твердість на поверхні і всередині виливка.

При недостатній прогартовуваності неможливо забезпечити необхідну структуру металевої основи чавуну і, як наслідок, високу зносостійкість. Тому прогартовуваність необхідно розглядати як одне з основних властивостей, яке визначає зносостійкість білих чавунів.

При збільшенні вмісту вуглецю прогартовуваність чавуну різко знижується, що пов'язано з малим вмістом твердого розчину хрому в результаті утворення карбідів.

**Секція 7 *«Надійність будівель, споруд і
технічних систем у будівництві»***

УДК 614.841

ВИКОРИСТАННЯ ПРОФІЛЬОВАНИХ ГЕОМЕМБРАН ПРИ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ ФУНДАМЕНТІВ

Є. А. БАКУЛІН, к.т.н., доцент;

У. В. БАЙДАК, студентка

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: bakulin959@ukr.net

Профільовані геомембрани виробляють із поліетилену високої щільності (HDPE). Вони являють собою полотна товщиною 0,5-2,5 мм з округлими в перетині шипами висотою до 8-12 мм. Полотно іноді армують шаром скловолокна, поліпропілену, поліестеру або геотекстилю. При цьому текстиль оберігає геомембрану від замулювання, а шипи формують водовідвідні канали, що направляють вологу до дренажних труб в основі фундаменту.

Таким чином профільована геомембрана захищає фундамент від капілярного підсосу вологи, витримує механічний тиск і забезпечує відведення води в дренажну систему фундаменту. Відведення води через профільовані геомембрани зменшує ймовірність просідання фундаментів, проте працює дренажна система, лише якщо рівень ґрунтових вод нижче дренажних труб. Не варто довго випробовувати герметичність гідрозахисту водняним натиском. Воду від фундаменту слід відвести щонайшвидше і якнайдалі. На рис.1 приклад схеми влаштування гідроізоляції фундаменту разом з правильно спланованими і реалізованими системами дренажу ґрунтових вод і відведення зливових вод.

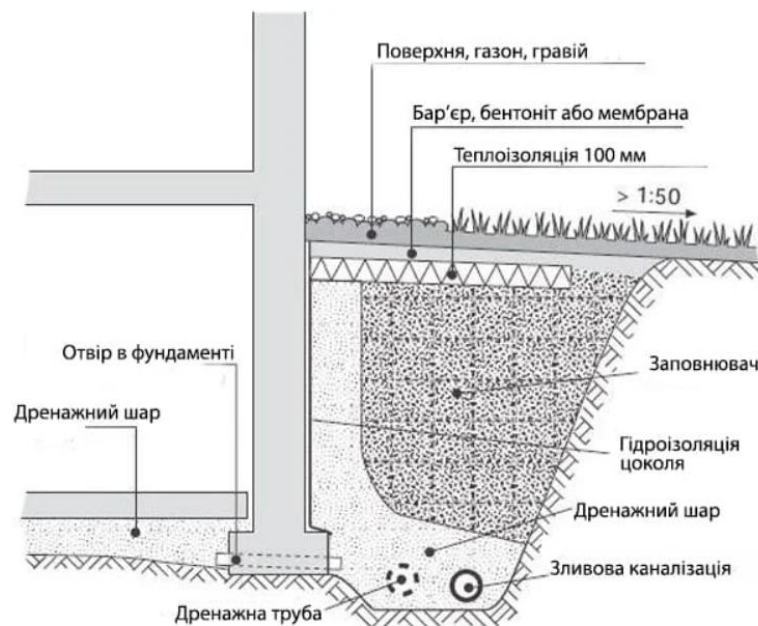


Рис.1. Схема влаштування гідроізоляції фундаменту

Якщо рівень ґрунтових вод – високий і там, де істотна небезпека зволоження фундаменту, профільовані геомембрани застосовують у комплекті з гідроізоляційними мастиками. Проте на проникних ґрунтах при низькому рівні ґрунтових вод можливо і їхнє одношарове використання.

До стін фундаменту геомембрани кріплять опуклим боком шипів і фіксують за допомогою дюбелів зі спеціальною шайбою, що забезпечує герметичність гідроізоляції. Для з'єднання листів використовують клейові смуги або інші герметичні рішення.

Для забезпечення гідроізоляції фундаменту необхідно дотримання послідовності всіх технологічних процесів.

Гідроізоляція фундаменту зовні повинна виконуватися на початкових етапах будівництва, належним чином готуючи поверхню і використовувати оптимальні умовам матеріали.

Фактична класифікація за методами нанесення - проникаюча і обмазочна гідроізоляція, якщо йдеться про сучасні суміші.

- Гідроізоляція швів фундаменту - найоптимальніший варіант - склади глибокого проникнення. Механізм роботи - в бетоні містяться іони алюмінію і кальцію, компоненти суміші вступають у хімічну реакцію і утворюють кристалогідрати складної форми. Таким чином, в порах і капілярах простір «заростає» голчастими кристалами, повністю перекриваючи доступ воді або конденсату.

- Обмазувальна гідроізоляція для фундаменту - нанесений шар товщиною до 5 мм, що складається з портландцементу, комплексу полімерів, вологопоглинаючі добавок, армований скловолокном, обов'язкові фунгіцидні, антибактеріальні компоненти.

В залежності від вимог у проектній документації, від умов кліматичного поясу, від пікових показників рівня ґрунтових вод підбирається технологія і матеріали для використання. При цьому не раціонально економити як на консультаціях професіоналів, так і власне, на використовуваних засобах - гідроізоляція фундаменту процес обов'язковий, що в подальшому забезпечує довготривалу експлуатацію будівель і споруд.

Отже, одна з сучасних розробок, високо оціненої за підсумковим якістю, надійності і простоти використання - матеріал для гідроізоляції фундаменту - сухі модифіковані суміші. Так само користується незмінним попитом рулонні матеріали, якими оклеюється фундамент, що складаються з бітуму, і комплексу компонентів, які підвищують загальну міцність. Якщо фундамент рівний і послуги професіоналів «по кишені», використовуються рулони бітуму, руберойд, гідростеклоізол, изопласт, які або приклеюються мастикою, або наплавляються спеціальними пальників - пропозицій будівельного ринку більш ніж достатньо.

В умовах гідроізоляції фундаменту складної геометричної форми, з різними переходами, виступами і кутами доцільніше застосовувати обмазувальну гідроізоляцію.

Головною умовою є: основа повинна бути очищено від бруду, пилу вручну або механізованим способом та прогрунтована. Попередньо кути, шви, місця примикань посилюються армуючої сіткою. Склад наноситься трьома шарами, кожен з яких до 1,5 мм, шари наносяться перпендикулярно один іншому.

УДК 624.012.45

ІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОБ'ЄКТІВ В УКРАЇНІ

Є. А. БАКУЛІН, к.т.н., доцент;

Ю. Ю. ПІЩОЛКА, студентка

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: bakulin959@ukr.net

Поняття віртуального будівництва це BIM-технології що з'явилися у 1992 році, а з 2002-го аббревіатура увійшла до лексикону фахівців будівельного проектування і набула широкого розповсюдження в усьому світі. На перший погляд, BIM-технології це щось складне і далеке. Втім, вже майже два десятки років вони активно використовуються в аерокосмічному комплексі, автомобілебудуванні, літакобудуванні та міністерстві оборони. Віднедавна їх черга дійшла і до будівництва (що для великих міст стало кроком до розвитку і новітніх технологій).

Переваги полягають у застосування BIM-технологій в проектуванні та будівництві, що скорочує терміни підготовки проектної документації, знижує ймовірність помилок, надає контроль ключових показників і дотримання термінів виконання робіт, дозволяє швидко надавати інформацію щодо результатів досліджень і випробувань та оперативно коригувати вартісні показники будівництва тощо. BIM — це інформаційна (віртуальна) модель будівлі, яка дуже полегшує роботу з об'єктом і має важливі переваги порівняно з класичними методами проектування.

Фактично, мова про комп'ютерну розробку, що дозволяє узгодити створювані різними фахівцями та організаціями компоненти, системи майбутньої споруди, а також заздалегідь перевірити їх життєздатність, функціональність. Це модель, у якій можуть паралельно працювати архітектори, конструктори, інженери та інші фахівці, залучені до проекту. Така спільна робота впродовж усього циклу створення будівлі унеможливорює багато помилок або втрату даних. Окрім цього, прийняття спільних аналітичних рішень на ранніх етапах створення об'єкта дозволяє істотно заощадити, а також моніторити будь-які зміни на всіх етапах (відповідно — виключати халатність при проектуванні чи корупційні складові).

Своєю чергою, експерти виділяють ще й такі переваги застосування віртуального будівництва:

- зменшення термінів підготовки проектної документації;
- контроль ключових показників і дотримання термінів виконання робіт;
- швидке надання інформації щодо результатів досліджень і випробувань, документації та звітів в електронному вигляді;
- оперативне коригування вартісних показників будівництва;
- зниження витрат;
- скорочення термінів введення будівлі в експлуатацію.

Перехід на інформативне моделювання активно використовується у світі та застосовується в Україні.

Тому що це чітка історія про швидке, якісне і економне будівництво. До прикладу, в країнах Євросоюзу очікувана щорічна економія від використання такої технології на етапі проектування та будівництва складає більше 20%. У Великобританії за рахунок використання такої технології до 2025 року планується на 50% скоротити час реалізації проектів.

Загалом же, на державному рівні технології інформативного моделювання використовують такі країни:

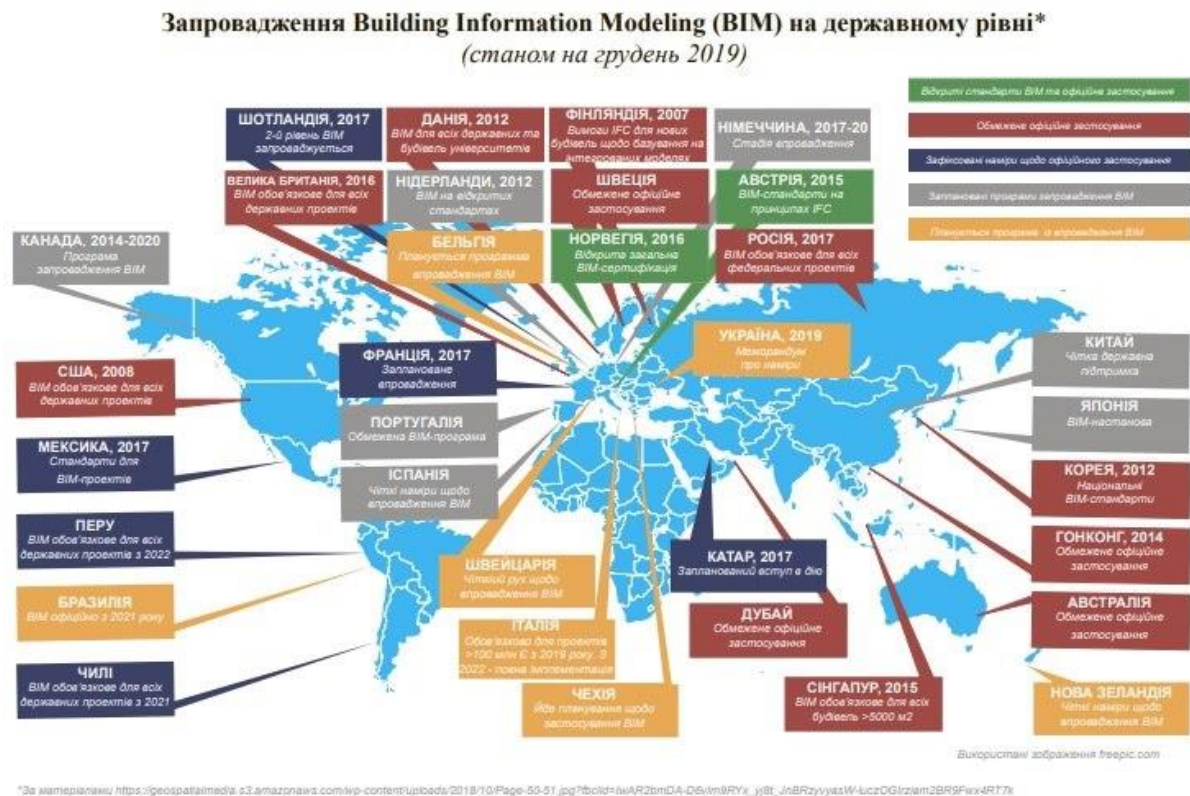


Рис.1. Запровадження технологій інформативне моделювання в світі на державному рівні.

Тим часом, завдяки згаданому вище меморандуму в український бізнес вже по трішки почав впроваджувати такі технології. Своєю чергою, у Мінрегіоні України розглядають можливість зробити обов'язковим

застосування BIM-технології в проектуванні та будівництві в нашій країні. Дорожня карта змін виглядає на сьогоднішній день так:

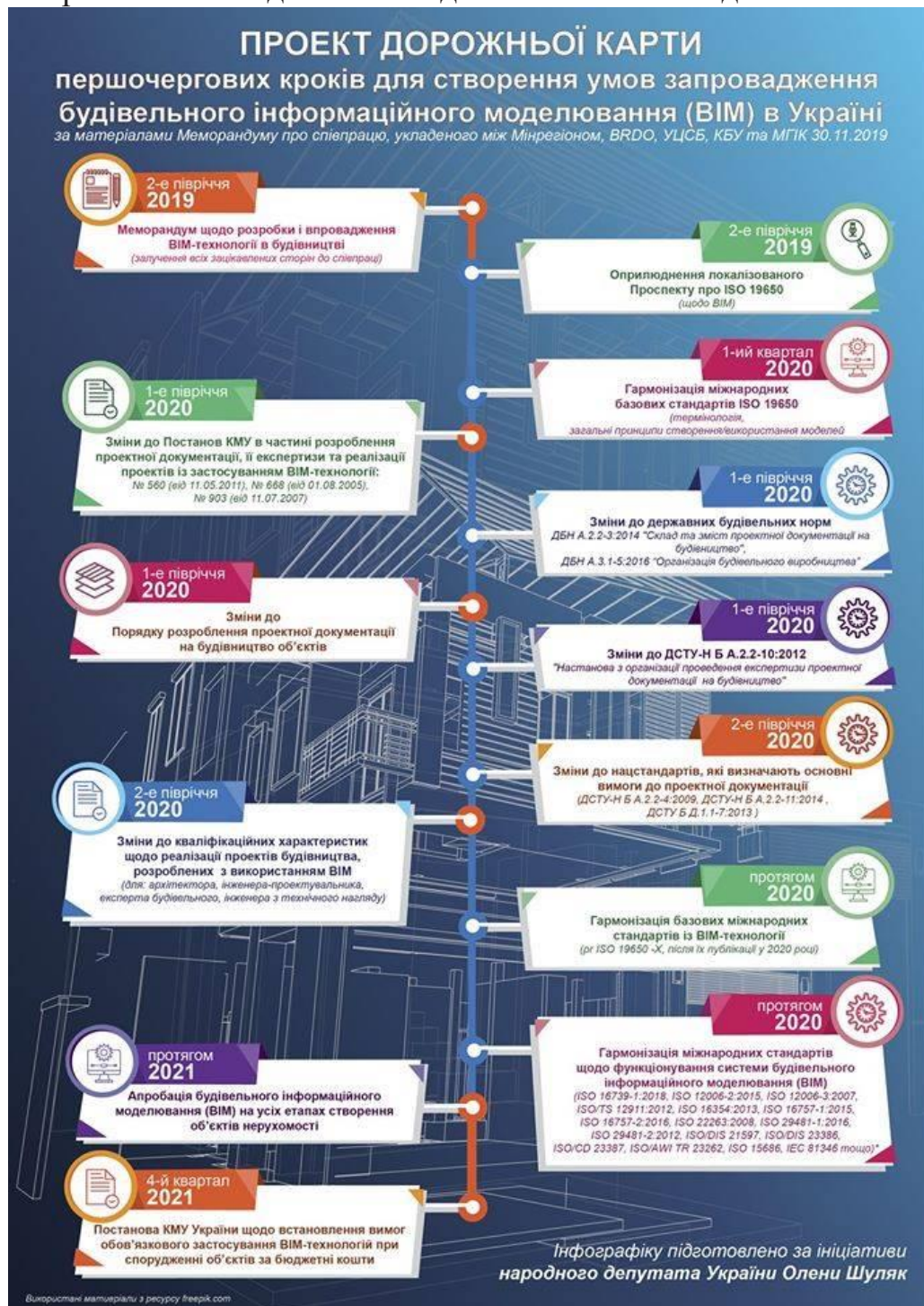


Рис.2. Запровадження BIM-технології в Україні

Будівельна галузь продовжує гуртувати навколо себе всіх, аби зробити все можливе для впровадження BIM на державному рівні. Адже це зміни без яких повноцінний розвиток галузі не відбудеться. Сучасні, архітектурно виразні, а головне — безпечні та енергоощадні будівлі мають з'являтися в Україні як найшвидше. Використання інформативного моделювання

забезпечить якість при проектуванні, економічність, заощадження часу як при проектуванні так і на будмайданчику. Отже конкурентність на ринку праці.

УДК 69 (075.8)

ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ МОНОЛІТНОГО БУДІВНИЦТВА В УКРАЇНІ

В. М. БАКУЛІНА, ст.викл.;

В. Л. БІЛЕЦЬКИЙ, студ.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: bakulina88@ukr.net

Сучасні методи технології монолітного будівництва об'єктів в будівельній галузі скорочує час зведення майже наполовину в порівнянні зі звичайними методами. На структурному фронті технологія робить будівлі більш сейсмостійкими і довговічними. Оскільки існує менша кількість з'єднань, будівля стикається зі зменшеними витокami, що вимагає незначного обслуговування.

Заливка бетону – після наповнення форм з високоякісного бетону виливається бетон з хорошими і прийнятними витратами, розробленими з використанням спеціальної суміші. Цей бетон набуває форми виливки, яка згодом видаляється, щоб звільнити місце для конструкції, цілком виконаної з цементного бетону, підтримуваної стіновими армованими елементами. Опалубка може бути повторно використана, що призводить до мінімальних відходів з на будівельному майданчику.



Рис.1. Доставка монолітного бетону на будівельний майданчик

Отримана структура є точною, гладкою і закінченою. Вона має високу міцність і не вимагає додаткової штукатурки. В результаті це дає економію часу, трудозатрат і кошти.

Важливою складовою є затвердіння бетону, що являє собою процес контролю швидкості і ступеня втрати вологи з бетону при гідратації цементу. Затвердіння призначене насамперед для того, щоб зберегти бетон вологим, запобігаючи втрату вологи з бетону протягом періоду, в якому він набирає міцність. Це дуже впливає на властивості загартованого бетону, такі як міцність, водонепроникність, зносостійкість, об'ємна стабільність і стійкість до заморожування і відтавання.



Рис.2. Монолітно-каркасна будівля

Даний тип будівництва користується великим попитом на сьогоднішній день, і багато будівельних фірм взяли цей метод на озброєння. Чим же так приваблює будівництво монолітних будівель?

Основні переваги і недоліки монолітно-каркасного будівництва:

1. Важливим фактором на користь технології монолітного каркаса є ціна будівництва, яка значно нижче, ніж на інші способи зведення будівель.

2. Дана технологія дозволяє побудувати будинок в найкоротші терміни з мінімальними капіталовкладеннями.

3. В будівлях з використанням такої технології є можливість досягти унікальних характеристик звуко- і теплоізоляції, тому практично відпадає необхідність застосовувати для цих цілей додаткові ізоляційні матеріали. Будівля з моноліту мають порівняно невелику вагу каркаса, при цьому відрізняється понад міцністю конструкції.

4. При будівництві об'єкта не потрібно задіяти велику кількість спецтехніки, що також відображається на вартості проекту.

5. При монолітному будівництві відпадає необхідність готувати стіни і елементи перекриття до чистової обробки.

6. Дозволяє досягнути індивідуальних об'ємно-просторових рішень як при горизонтальному так і при вертикальному плануванні.

До недоліків збірно монолітного каркаса можна віднести те, що будівництво проходить на відкритому повітрі і з цього, в будь-який момент можна стати заручником негативних атмосферних факторів, які небажані при роботі з бетоном.

УДК 69 (075.8)

ВПЛИВ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ ЇХ ВИКОРИСТАННІ

В. М. БАКУЛІНА, ст.викл.;

Д. Л. БОГАЧ, студ.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: bakulina88@ukr.net

При виборі тих чи інших гідроізоляційних матеріалів слід звертати увагу на їх експлуатаційні характеристики.

До гідроізоляції необхідно враховувати такі вимоги:

- Біологічна стійкість
- Водонепроникність
- Довговічність
- Паропроникність
- Хімічна стійкість
- Стійкість до великих перепадів температур
- Стійкість до механічних пошкоджень

Використовують гідроізоляційні матеріали для захисту будівельних конструкцій від атмосферних опадів, від проникнення агресивних ґрунтових вод, а також для забезпечення водонепроникності залізобетонних ємкостей різного призначення. Існує багато видів для захисту конструкцій від різних впливів.

Гідроізоляційні суміші можуть бути використані в наземних і підземних спорудах, гідроізоляції гідротехнічних об'єктів та об'єктів промислового і цивільного будівництва. Залежно від типу гідроізоляційних робіт застосовують різні гідроізоляційні матеріали.



Рис.1. Рулонна гідроізоляція з полімерного матеріалу

Матеріали для гідроізоляції можна розділити на декілька груп:

- мінеральні матеріали для гідроізоляції,
- полімерцементні матеріали для гідроізоляції,
- полімерні матеріали для гідроізоляції,
- бітумні матеріали,
- бітумно-полімерні мастики,
- бітумно-полімерні емульсії

Гідроізоляційні матеріали характеризуються водонепроникністю та відповідають певним експлуатаційним вимогам за міцністю, теплостійкістю і деформативністю. Враховуючи забруднення атмосфери та вплив агресивних речовин на конструкції, слід зазначити, що проникати в матеріал може не тільки вода, але і розчини різних агресивних речовин. Тому важливою характеристикою гідроізоляційних матеріалів є також їх хімічна стійкість.

Гідроізоляцію поділяють на *протифільтраційну* та *протикорозійну*

Протифільтраційною гідроізоляцією запобігають проникненню води у підземні та підводні споруди (підвали, шахти, транспортні тунелі тощо), просочуванню через підпірні гідротехнічні споруди (наприклад, греблі), а також витіканню її з басейнів, резервуарів, відстійників тощо.

Протикорозійною гідроізоляцією конструкції захищають від дії мінералізованих ґрунтових вод, морської води, стічних вод промислових підприємств, атмосферної вологи (наприклад, надземні металеві конструкції), а також від корозії, зумовленої блукаючими струмами (підземні металеві конструкції, підпори ЛЕП тощо).

Для гідроізоляції застосовують гідроізоляційні матеріали, залежно від яких розрізняють гідроізоляцію бітумінозну, пластмасову, металеву, цементну та комбіновану. За способом нанесення на поверхню конструкції гідроізоляція буває обклеювальна, фарбувальна, штукатурна, монтувальна, облицювальна, просочувальна і засипна.

Застосовують гідроізоляційні матеріали досить широко. Найчастіше їх використовують для:



Рис.2. Монтаж обклеювальної гідроізоляції з листового бітуму

- гідроізоляції фундаменту
- підвалу
- підлоги
- стін
- покрівлі
- фасаду
- деформаційних швів
- цементної стяжки
- балконів
- ванної кімнати
- басейнів, ставків, штучних водойм та каналів
- металевих конструкцій
- паркінгу колодязів.

Висновок. Гідроізоляція забезпечує ефективну експлуатацію будівель, споруд і обладнання, а також підвищує їхню довговічність і надійність.

УДК 69 (075.8)

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ВЛАШТУВАННЯ ТЕПЛОЇ ПІДЛОГИ

В. М. БАКУЛІНА, ст.викл.;

Д. Л. СЕРЬОГІН, студ.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: bakulina88@ukr.net

Технологія монтажу теплої підлоги під плитку не найпростіша, але при виконанні такої роботи та застосуванні послідовності та розрахунку можна досягти економічного та екологічного ефекту.

При розрахунках та для складання схеми укладання на загальному площі приміщення не враховуємо ті ділянки, на яких будуть розташовуватися сантехнічні прилади та стаціонарні меблі (шафи, тумби, пральна машинка). Вказуємо на схемі габарити вільного простору. Не забуваємо про відступи від стін і меблів по всьому периметру (не менше 5 см) і між витками кабелю (5-10 см). Крок укладання розраховується як відношення площі укладання до довжини кабелю. Виберемо місце для терморегулятора і підводимо до нього електроживлення. Технологічний процес необхідно виконувати в послідовності:

- **Кабель під плитку**, потрібно розрахувати крок, з яким закріплюються зигзаги кабелю на монтажній стрічці (6-10 см), в залежності від того, чи буде система основним джерелом обігріву або додатковим. Крок укладання розраховується як відношення площі укладання до довжини кабелю.

- **Нагрівальний мат** має фіксовану ширину 50 см, тому з його розрахунком клопоту буде менше. При наявності схеми приміщення точний розрахунок необхідної для цього завдання кабелю або мата допоможуть зробити кваліфіковані фахівці підприємства «Квант Успіху»

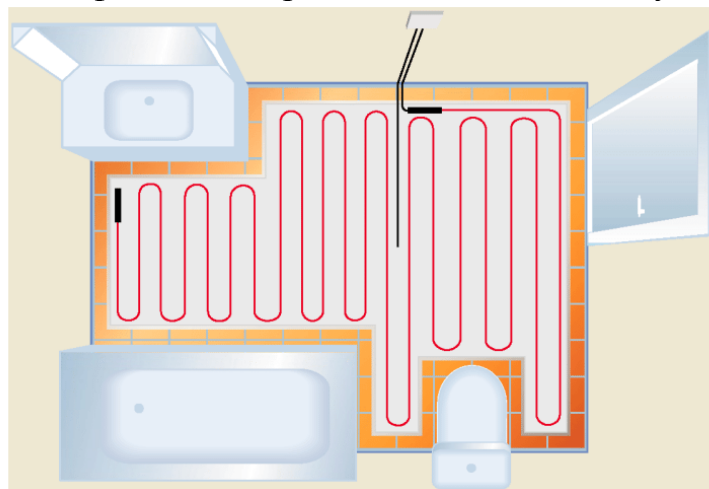


Рис.1. Розміщення кабелю під плитку

- **Підготовка поверхні** під теплу підлогу необхідна якщо потрібно підвищити рівень підлоги, можна зробити це за допомогою цементних стяжок.

За підсумком буде оптимальним виконання нівелювання самовирівнюється сумішшю. Якщо ж рівень підлоги відповідний, можна обмежитися тільки нівелірма (2-5 мм). Перед початком монтажних робіт поверхню очистити від пилу і будівельного сміття, стяжку скріпити ґрунтовкою глибокого проникнення.

- **Теплоізоляція електричної теплої підлоги**

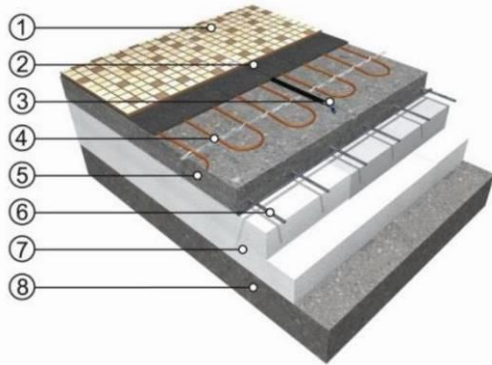


Рис.2. Шари теплої підлоги:

1. Плитка для підлоги
2. Еластичний клейовий розчин
3. Датчик терморегулятора
4. Кабель або мат теплої підлоги
5. Цементна стяжка ($\delta=40-50$ мм)
6. Сітка з арматури
7. Утеплювач (щільністю М-35)
8. Бетонна основа.

Укладання теплоізоляційних плит під тонкий кабель під плитку можлива тільки перед виконанням стяжки (4-5 см) і нівелювання, якщо дозволяє висота приміщення і рівень підлоги. В іншому випадку до теплоізоляційного матеріалу, на який ляже кабель, неможливо буде приклеїти плитку.

У такій ситуації правильніше використовувати нагрівальний мат, в якому електричний кабель теплої підлоги закріплений на армуючій склосітці. Сітка частково затримує тепло, що йде вниз, в плиту. Та й шар клейового розчину через відсутність більш об'ємною металевої стрічки тонше, що сприяє швидкому прогріванню плитки.

- **Укладання теплої підлоги з електричного кабелю**

Нагрівальний кабель фіксується за допомогою монтажної стрічки, яка попередньо кріпиться до стяжки дюбелями або герметиком паралельно з кроком 40-50 см. Кабель укладається по зигзагу з кроком від 6 до 10 см. Чим менше крок, тим більше потужність на квадратний метр і краще прогрів. Необхідно дотримуватися однакового кроку для рівномірного прогрівання поверхні. Вкорочувати нагрівальну частину кабелю суворо заборонено.

- **Укладання теплої підлоги з нагрівального мату**

Теплий мат укладається легше. З огляду на те, що кабель вже закріплений на сітці шириною 50 см, потрібно розмотати рулон і приклеїти на самоклеючу стрічку, яка також закріплена на маті. Для повороту під будь-яким кутом, розвороту на 180 необхідно розрізати сітку, зберігши цілісність кабелю і зберігаючи необхідні зазори між смугами. Для прогрівання важкодоступних місць можна зняти з сітки ділянку кабелю і закріпити до основи за допомогою контактного клею або герметика.

- **Монтаж датчика теплої підлоги**

Для монтажу датчика терморегулятора всередину теплої підлоги. У штробу в підлозі укладається гофрорукав, який переходить на стіну (в штробі або під гіпсокартоном) до місця установки термостата. У цю ж точку

підводиться «холодний кінець» кабелю теплої підлоги і силовий провід для комутації в регуляторі. Сам датчик для точності вимірів повинен розташовуватися паралельно між двома жилами нагрівального кабелю на відстані **не менше 15 см** від їх витоків, але ні в якому разі **не торкатися нагрівального кабелю**. Щоб уникнути потрапляння клейового розчину і блокування датчика закінчення гофри бажано закрити ізоляційною стрічкою. Після закінчення укладання виконується прозвон цілісності кабелю і заміри опору.

- **Укладання на теплу підлогу плитки**

Щоб уникнути пошкоджень вході ремонтних робіт електричний тепла підлога після укладання покривається тонким шаром клею під плитку. Слід використовувати тільки еластичний клей для плитки. Після висихання, буквально на наступний день, можна приступати до укладання плитки для підлоги. Для цього також застосовується тільки спеціальний еластичний клей.



Рис.3. Нанесення клею та укладання плитки

- **Установка терморегулятора теплої підлоги**

Електрична підлога після монтажу може бути відразу підключена до терморегулятора. Але зазвичай терморегулятор встановлюється після укладання настінної плитки або повного виконання інших оздоблювальних робіт. Однак, включення на прогрів можливо тільки повного схоплювання і затвердіння клейового розчину, бажано не раніше 4-х тижнів після закінчення всіх мокрих робіт. До установки терморегулятора цілісність кабелю на кожному етапі укладання необхідно перевіряти за допомогою замірів опору контуру. А якість укладання гофрорукаві перевіряти зручністю входу-виходу датчика термостата.

Така підлога ефективна, незалежна від постачальника, екологічна при використанні. Недолік тільки при ремонті бо потребує повної заміни підлоги.при

УДК 624.012.45

ОСНОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ДЕРЕВ'ЯНИХ КЛЕЄНИХ КОНСТРУКЦІЙ В БУДІВНИЦТВІ УКРАЇНИ

Є. А. БАКУЛІН, к.т.н., доцент;

М. С. БОЧКОВ, студент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: bakulin959@ukr.net

В сучасному світі виробництво й застосування дерев'яних клеєних конструкцій (ДКК) стрімко розвивається. Сталий розвиток ДКК тенденції та переваги потребують системних і програмних рішень. Виготовлення масивних, великогабаритних ДКК (балок) в будівельному призначенні розвивалося ще минулого століття. Ці конструкції є головними частинами систем будівель та споруд, вони несуть достатньо великі експлуатаційні навантаження й забезпечують безпеку й стійкість будівельних об'єктів. Тому ДКК приділяється величезна увага у науковій, технічній та нормативній сферах.



Рис.1. Будівля з дерев'яних клеєних конструкцій (ДКК).

Різні види ДКК (бруси, щити, стіни, бруски дверей та вікон) належать до основних конструкцій, які виконують огорожувальні та декоративні функції. Дерев'яні клеєні конструкції є результатом взаємодії найважливіших чотирьох факторів: це деревина, клеї та захисні речовини, умови на виробництві (температурний та вологісний режим, обладнання, інструменти, вантажопідйомні та транспортні засоби) та людський фактор. Пріоритетне значення конструкцій мають граничні експлуатаційні ознаки міцності та стійкості клеєних з'єднань, що визначають безпеку й довговічність будівельних та інших ДКК.

Кожен чинник має свою особливість, міру її врахування і міру взаємодії чинників при виготовленні ДКК оцінюють якість виробленої продукції. Сьогодні можна виділити основні тенденції розвитку ДКК, а саме:

- стрімке зростання об'ємів промислово – цивільного будівництва, новітні архітектурні, проектувальні способи рішень унікальних будівель та споруд, реконструкцію, будівництво малоповерхових будинків високої комфортності, екологічні переваги в меблевому виробництві, створили підвищення потреби на такі конструкції.

- підвищення потреби на ДКК визначається розширенням меж їх застосування та варіативності форм.

- керівники та технічний персонал підприємств які виробляють ДКК освоїли перевагу значимості та ступеня продуманості для підтримки конкурентоспроможності своїм матеріалів, що не притаманно в більшій мірі для робочого персоналу, кваліфікація у яких не завжди задовольняє вимоги виготовлення ДКК.

- науково-практичні рішення: поділені і достатнє або поєднані послідовністю використання машинної та візуальної якості пиломатеріалів, машинний спосіб надає високу точність оцінки фізико-механічних властивостей деревини, застосування багатошарових ДКК, використання клеїв з демпфіруючими добавками.

Така позиція і система дозволяють: швидко розробити, ввести і застосовувати нормативні документи; істотно запобігти витратам часу та коштів на нормотворчість підприємств; створити новітню нормативно методичну базу сертифікації ДКК. Отже, ДКК – високотехнологічний, інноваційний активний, економічний, ефективний, привабливий вид деревообробної продукції; в найближчі роки широкого застосування ДКК набуде в малоповерховому будівництві, що підтверджується високою технологічністю та екологічністю даного виду конструкцій.

УДК 624.014(076.5)

КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ АРМАТУРИ В ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖАХ

Є. А. БАКУЛІН, к.т.н., доцент;

Д. МАНУІЛОВ, студент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: bakulin959@ukr.net

Класифікують арматуру на сантехнічну (вентилі, клапани, засувки), електротехнічну, пічну, для суден та ін.

Арматура в інженерних мережах — це допоміжні деталі або обладнання для нагляду, керування й обслуговування машин, апаратів, трубопроводів та іншого устаткування.

До сантехнічної арматури відносяться вимірювальні прилади (манометри, термометри), з'єднувальні частини труб (фітинги, штуцери), клапани, засувки. Залежно від призначення розрізняють сантехнічну арматуру для парових машин, котельної, водопроводу, паропровідну, опалювальну, насосну, газову, машинну, електротехнічну та електроосвітлювальну.

До електротехнічної арматури відносяться частини освітлювальних приладів, деталі для кріплення ізоляторів електричних ліній, струмопровідні та допоміжні частини роторів електричних машин тощо.

Арматура гирла нагнітальної свердловини — устаткування гирла нагнітальної свердловини, яке охоплює трубну головку, фонтанну ялинку з запірними пристроями, зворотним клапаном і швидкозмінними з'єднаннями.

Арматура суха фонтанна — арматура, ізольована від морської води; таке закінчення свердловини використовується в одній з різновидів морської підводної експлуатаційної системи.

Арматура фонтанна — сукупність деталей устаткування гирла фонтанної свердловини.

Арматура для суден — пристрої, деталі і інші конструктивні елементи (клапани, вимикачі, крани і т. п.) не входять до складу основного устаткування, але забезпечують його роботу. По приналежності розрізняють арматуру трубопровідну, машинну, котельну, електротехнічну і т. д. Найхарактернішою для суднових умов є трубопровідна арматура, що забезпечує роботу суднових систем і систем суднових енергетичних устат.



Рис.1. Сантехнічна арматура для бачка АБК-2 з боковим підключенням



Рис.2. Трап для душу



Рис.3. Скоби для кріплення електропроводів



Рис.4. Обладнання захисту та комунікації

Для експлуатації будівель і споруд необхідного для життєдіяльності людини потрібні різні види арматури що забезпечує відповідну функціональність

УДК 725

STRESS-STRAIN STATE OF LOAD-BEARING STRUCTURES TAKING INTO ACCOUNT THE CATEGORY OF TECHNICAL CONDITION

Н. О. КОСТИРА, к.т.н., доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: iakos62@ukr.net

Reliability and safety of buildings and structures are increasingly associated with the formation of scientific approaches to modeling the actual working of structures for normal and emergency operation. An important issue is the ability to control the process of deformation and accumulation of damage to structural materials over time, as well as the possible destruction of structural units, the transition of the building to the emergency category of technical condition with the probability of collapse.

The purpose of research. The aim of the research is to solve the problem of structural safety of buildings during reconstruction, based on a set of scientifically based methods of numerical modeling of stress-strain state of structures taking into account the categories of technical condition and development of methods for calculating structures taking into account nonlinear deformation. Numerical modeling of structures in the operational stage allows to identify the reserves of load-bearing capacity of structures, which is necessary during the reconstruction.

Object of research. At the first stage, a technical inspection was conducted for a non-residential garage building in Kyiv (object of research). The purpose of the

survey is to determine the technical condition of the load-bearing structures of the garage building [1, 2, 3].

Technical inspection of the building was performed in accordance with SBN A.2.1-1-2014 "Engineering exploration for construction" on the basis of:

- engineering and geological explorations;
- determining the constructive, spatial planning solution of the building and the size of its elements;
- visual and instrumental inspection of load-bearing and enclosing structures with photofixation of defects and damage to structures;
- establishing the percentage of physical wear and determining the category of technical condition of load-bearing structures and the building as a whole [4].

The building of the garage has a 5-storey with a basement, axial dimensions of the plan 37.40x179.95 m, floor height 3.0 m, basement height 2.1 m, building height is 15.0 m. Building of frame-wall structural system with transverse arrangement of prefabricated reinforced concrete girders. The garage building is divided lengthwise by temperature-deformation joints into three temperature blocks.

The construction process lasted 15 years, during these years the building structures were exposed to precipitation (snow, wind, rain) and temperature effects (freezing, thawing), other word physical and moral wear is 25-30%. The building has been in operation since 1994.

According to the results of technical inspection, assessment of strength, stability and physical wear of the building as a whole and its separate load-bearing and enclosing structures revealed load-bearing and enclosing structures of the building (external load-bearing walls, prefabricated reinforced concrete columns, slabs and girders of the 1, 2, 3 and 5 floors) are in satisfactory technical condition (category 2) and suitable for further operation.



Fig. 1. Soaking of the girders at level +11,200 (4th floor), on the axis «1» in the axes «Д-Е», corrosion of the working reinforcement, peeling of the protective layer of concrete

However, prefabricated reinforced concrete girders of the 4th floor in the axes «Д-Е» on the axes «1», «8» in the axes «Б-В» on the axes «2», «10», «12» are in an emergency technical condition (4 category), unsuitable for further operation and need immediate reinforcement (Fig. 1).

Prefabricated reinforced concrete girders of the 4th floor in the axes «Д-Е» on the axes «3», «4», «5», «11», «13», in the axes «Б-В» on the axes «14», «19», «20-24» are in a technical condition unsuitable for normal operation (category 3), unsuitable for further operation and require corrosion protection of reinforcement, restoration of the protective layer of concrete and reinforcement of crossbars depending on the calculation results (Fig. 2).



Fig. 2. Longitudinal cracks in prefabricated reinforced concrete girders, opening width $a_T = 5 \dots 20$ mm at level +11,200 (4th floor)

Non-destructive methods determine the strength of concrete and the actual reinforcement of load-bearing reinforced concrete structures. The cross section of the girder is shown in Fig. 3.

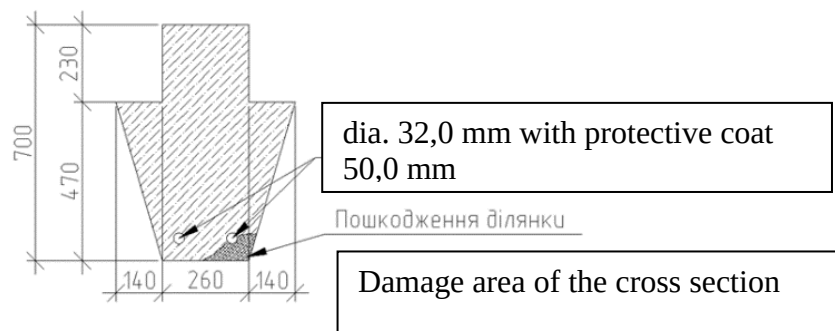


Fig. 3. Cross-section of the prefabricated reinforced concrete girder

Conclusion. Analysis of the stress-strain state of the load-bearing elements of the frame revealed structures (girders) that need reinforcement according to the calculation results, taking into account the reduction of load-bearing capacity. Also, it was recommended to develop a project for the reinforcement of prefabricated reinforced concrete girders, taking into account the requirements of SSTU B B.2.6-145: 2010 and SSTU B.2.6-98: 2009, as well as in accordance with the requirements of labor protection according to SBN A 3.2-2-2009.

List of references

1. Барашиков А.Я., Малишев О.М. Оцінювання технічного стану будівель та інженерних споруд: Навч. посіб. для студ. вищих навч. закл. – К.: Основа, 2008. – 320 с.

2. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. Норми проектування : ДБН В.1.2-14-2018. – К.: Мінбуд України, 2018.

3. Плоский В.О., Гетун Г.В., Мартинов В.Л. і др. Технічна експлуатація та реконструкція будівель: Підручник-довідник. – Кам'янець-Подільський.: Рута, – 2018 р. – 750 с.

4. Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану : ДСТУ Н Б В.1.2-18:2016. –К.: Мінрегіон України, 2016 – 43 с.

УДК 69.007 + 624.05

ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ ВИРОБНИЧО-ТЕХНІЧНОГО ВІДДІЛУ У БУДІВНИЦТВІ

О. А. ФЕСЕНКО, к.т.н., ст.викл.;

І. Ю. ЩЕРБИНА, студ.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: oleg_for@ukr.net

На посаду начальника виробничо-технічного відділу (ВТВ) призначається людина з вищою технічною освітою, професійна спеціалізація якої відповідає напрямку роботи. Згідно з посадовою інструкцією інженер-будівельник ВТВ виконує такі завдання:

- ознайомлення, вивчення та надання зауважень до проектної документації розділів АР та КБ;
- складання зведених відомостей щодо виконаних обсягів робіт;
- ведення накопичувальних відомостей обсягів виконаних робіт;
- робота з підрядними організаціями, погодження обсягів виконання робіт;
- щомісячно перевірка обсягів виконаних робіт підрядними організаціями;
- ведення підрахунку об'ємів робіт та витрат матеріалів згідно з наданими кресленнями, передача даних у кошторисно-договірний відділ;
- участь у складанні директивного графіка будівництва;
- перевірка, оформлення помісячних графіків виконання робіт;
- ведення перевірки затверджених норм та розцінок для складання фонду заробітної плати робітників будівельних майданчиків у графіках робіт;
- перевірка та аналіз об'ємів виконаних робіт та помісячне відображення їх у графіках;
- підрахунок необхідних для будівництва обсягів матеріалів і комплектуючих виробів та звіряння використаних матеріалів із замовником;
- перевірка, аналіз та складання місячних заявки на матеріали;

- передання тижнево-добових, місячних заявок та службових записок у відповідні відділи підприємства для подальшого замовлення будівельних матеріалів та конструкцій;

- підтримання постійного зв'язку із виконавцями робіт та субпідрядниками;

- вивчення ринку будівельних матеріалів, проведення пошуку альтернативних товарів та виробників;

- перевірка, складання зауважень та прийняття виконавчої документації.

Будівельний процес передбачає наявність інтенсивного документообігу як між підрядником і замовником, так і зі сторонніми субпідрядними та експлуатаційними організаціями. Відповідальність виробничо-технічного відділу включає широке коло функцій та обов'язків на кожному етапі будівництва об'єкту.

На підготовчому етапі будівництва співробітникам ВТВ необхідно:

- досліджувати первинні відомості щодо реалізації проекту;

- вивчати та формувати тендерну документацію;

- визначати ризики компанії, вести необхідне офіційне листування та брати участь у підготовці переговорів для укладання договору;

- формувати пакет документів для отримання та підписання дозволу на здійснення будівельно-монтажних робіт.

Також на початковому етапі співробітники ВТВ формують розділові відомості на постачання матеріалів, складаються спеціальні графіки мобілізації людських та технічних ресурсів, графіки виконання робіт як основні, так і добово-місячні із зазначенням трудових витрат та енергоресурсів, розробляють проект виконання робіт.

У ході будівництва об'єкту співробітники ВТВ:

- формують перелік обов'язкових документів, що включає виконавчу документацію;

- може проводити тендери та вибирати за їх результатами організації субпідрядників, що здатні виконати необхідні завдання;

- здійснюють контроль за кожною стадією виконання робіт, відстежують витрати матеріальних ресурсів із подальшими списаннями за формою М-29;

- формують та підписують у технічного нагляду та замовника форми КС-2, КС-3, за результатами яких нараховуються відповідні виплати.

Після завершення робіт співробітники відділу зобов'язані усунути зауваження та здати замовнику виконавчу документацію у повному обсязі. Після цього створюється робоча комісія для здачі об'єкта в експлуатацію, підписують акт робочої комісії з висновком про готовність об'єкта.

УДК 699.814 + 624.012

STRUCTURAL FIRE DESIGN OF MASONRY WALLS ACCORDING TO EN 1996-1-2 REQUIREMENTS

FESENK PhD (Tech.),

National University of life and environmental sciences of Ukraine,

T. P. DONETS

The State enterprise “The State research institute of building constructions” (Kyiv),

Email: oleg_for@ukr.net, t.p.donets@ukr.net

For fire protection, a distinction must be made between load-bearing and non-load-bearing walls and between separation and non-separation walls.

The separation walls are used to prevent the spread of fire from one environment to another, so they are intrinsically exposed to fire on only one facing; examples of separation walls are the walls that delimit the safe evacuation routes, the walls of the stairwells and the walls that delimit the fire compartments.

Load-bearing walls that do not perform the separation function are to be understood as subject to fire on two or more sides, as could be, for example, the walls that are inside a fire compartment.

As regards the perimeter walls, they can be considered separation or non-separation, depending on the required performance; if they have a length of less than 1.0 m, however, they must necessarily be considered as non-separation, due to the possible presence of adjacent buildings.

In the case of walls with architraves above the vertical openings, the required fire resistance is absolutely not changed.

Elements with load-bearing capacity such as transverse walls, floors, beams, columns and frames, must be equipped with fire resistance at least equal to that of load-bearing walls.

Other aspects to consider in the fire design of masonry structures are: the use of non-combustible material and the effects of thermal expansion produced by the presence of adjacent buildings, columns and beams insistent on the walls in question.

When the two leaves of a cavity wall are of comparable thickness and are subjected to loads of approximately equal intensity, the fire resistance can be assumed to be that of a single facing wall having a thickness equal to the sum of those of the two leaves (only if there is no combustible material in the cavity).

When a single leaf of a cavity wall is load-bearing, the total fire resistance is higher than the relative one for the single leaf, when considered as an independent one.

The fire resistance of a cavity wall consisting of two non-load-bearing leaves is given by the sum of the resistances of the two walls, with a maximum exposure time of 240 minutes.

For masonry walls with two independent unbound facings, the fire resistance test must be carried out by considering each of the two constituent leaf individually.

Fire resistance of masonry walls can be increased by applying a suitable finishing layer to vertical surfaces, for example pre-mixed gypsum plaster.

In the case of a cavity walls and walls with two independent untied leaves, the surface finishing works are only necessary on the exposed faces and not on the internal ones of the cavity.

An increase in resistance can also be given by the addition of another thin facing or by an additional coating.

The waterproofing sheaths that turn out to be combustible can be ignored in the analysis phase. In the presence of a thermal insulation system applied to only one surface of the perimeter walls; it is observed that this layer of insulation, if made of combustible material, does not improve fire resistance; the opposite case occurs when this layer is made of non-combustible material such as mineral wool.

For each type of masonry walls, fire resistance can be obtained based on the results of experimental tests conducted in compliance with test standards.

The tests must be performed bearing in mind that the behaviour of masonry at high temperatures depends on various factors, the most important of which are the following:

- the material constituting the blocks: brick, calcium silicate, autoclaved concrete (AAC), ordinary or lightened vibro-compressed concrete, manufacturing stone;
- the type of block: solid or perforated (type of holes, and percentage of drilling), type of surface and thickness of the walls;
- the type of mortar: general consistency, thickness of the joints, possible use of lightened mortar;
- the relationship between loads and design resistance of the element;
- the slenderness of the wall;
- the eccentricity of the applied loads;
- the density of the blocks;
- the type of construction technique;
- the type and nature of the surface finishes.

In reaching the fire resistance values through experimental tests, it is important to interpret the results by making comparisons with the results of the tests already carried out using the criteria of test standards. Particular attention should be paid to any differences introduced in the procedures described in these standards in assessing the fire resistance of load-bearing walls, for example in the constraint system of the specimens: fixed ends, free, one fixed and the other free.

Even in tests for non-load-bearing walls, the details on the restraint system can lead to unsatisfactory experimental results, considering the test system.

The verification method of the masonry walls using the tables are based on the determination of the minimum thickness to obtain the period of time of exposure to fire required after knowledge of the type of blocks, of the group to which it belongs and the density of the material.

It is emphasized that the minimum thickness value indicated in the tables relates only to fire resistance, while for that relating to other mechanical considerations, please refer to EN 1996-1-1.

Furthermore, the values indicated in the tables for the walls that perform the load-bearing function are valid for the total characteristic load given by the following relationship:

$$N_k = \frac{\alpha \cdot N_{Rk}}{\gamma_{Glo}}, \quad (1)$$

where α is the ratio between the applied load and the design resisting axial stress, which can assume values equal to 1.0 or 0.6, while N_{Rk} it is the characteristic resisting load given by EN 1996-1-1, which we remember to be placed in the form:

$$N_{Rk} = \Phi \cdot f_k \cdot t. \quad (2)$$

The value of γ_{Glo} assumed a value between 3 and 5; in fact, the experimental tests, before the advent of partial safety factors, were conducted with reference to the concept of maximum admissible load, which was close to the value given by the ratio between the characteristic load and the product of the coefficients of the actions and of the material.

УДК 515.2

ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗТАЩУВАННЯ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ МОДУЛІВ НА ГРЯНЯХ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ

В. Л. МАРТИНОВ, д.т.н., професор.

А. ЮРЧИК, студентка

*Київський національний університет будівництва та архітектури
Національний університет біоресурсів і природокористування України*

E-mail: arx.martynov@gmail.com

У теперішній час в Україні є нагальна потреба підвищення енергоефективності будівель існуючої забудови, за рахунок застосування енергоефективних заходів, проведення термомодернізації житлового фонду в цілому. Підвищення енергоефективності будівель включає питання зменшення витрат енергії на опалення будівель та витрат електричної енергії на побутові потреби. Використання сучасних фотоелектричних модулів, які перетворюють енергію сонця в електричну енергію, розташованих на гранях будівель, енергогенеруючих вікон, фотоелектричних модулів які мають прозорі полімерні сонячні елементи, може забезпечити потребу будівлі в електричній енергії і підвищити енергоефективність будівель в цілому

Рівень надходження сонячної радіації на площину енергогенеруючих вікон та рівень перетвореної електричної енергії значною мірою залежить від просторової орієнтації і при проектуванні, при виконанні термомодернізації будівель, потрібен швидкий, зручний в застосуванні спосіб визначення оптимальних геометричних параметрів просторової орієнтації (азимута A_6 та кута нахилу ω) фотоелектричних модулів, енергогенеруючих вікон, розташованих на гранях будівлі з метою отримання максимального можливого рівня електричної енергії.

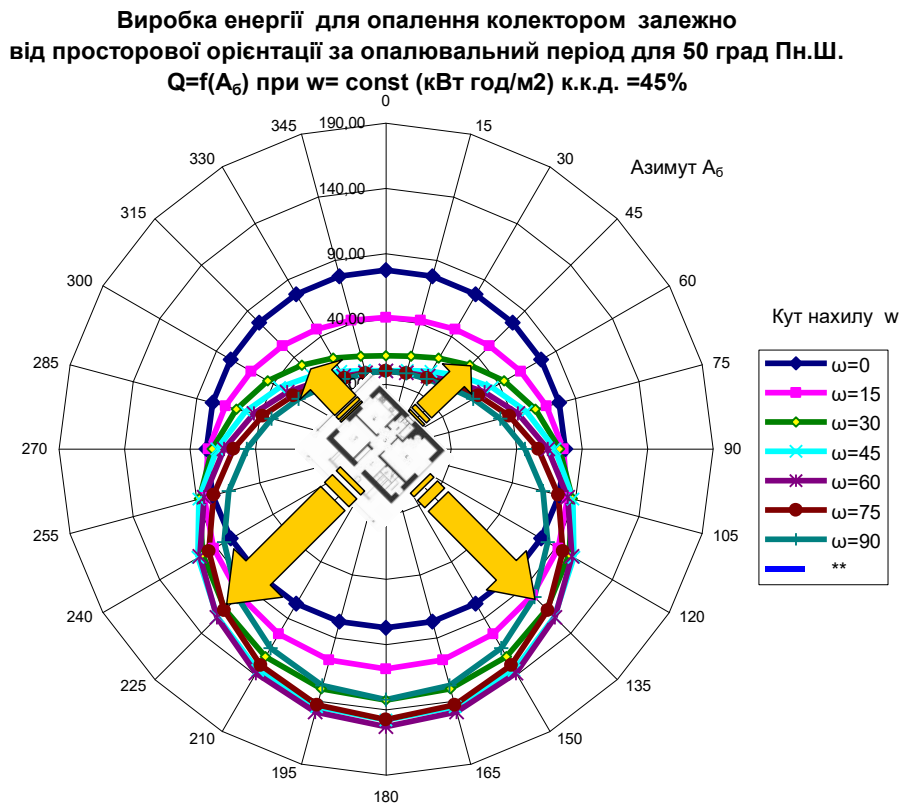


Рис. 1. Виробка енергії в залежності від просторової орієнтації

Для вирішення проблеми підвищення енергоефективності будівель розроблено графічний спосіб визначення оптимальних параметрів просторової орієнтації енергогенеруючих фотоелектричних модулів при розташуванні на гранях як історичних будівель так і звичайної забудови з метою отримання максимальної кількості виробленої електричної енергії. Проектувальник з використанням графічної моделі та креслень будівлі визначає за секунди місце розташування модулів та рівень перетвореної електричної енергії.

Також розроблено аналітичний спосіб та програму з визначення площі та просторової орієнтації енергогенеруючих вікон для отримання визначеного рівня електричної енергії, що вцілому підвищить енергоефективність будівель та спростить систему їх проектування.

УДК 624.012.045

ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕНОГО СТАНУ ЗБІРНО-МОНОЛІТНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ, ВИКЛИКАНІ УСАДКОЮ БЕТОНУ

І. А. ЯКОВЕНКО, дк.т.н., професор.;

В. В. ГУЛА, студ.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: i2103@ukr.net

У практиці будівництва та проведення реконструкції будівель та споруд із збірно-монолітного залізобетону розрізняють наступні типи перерізів несучих конструкцій. Переріз типу І – «низька балка – висока плита» – характерний для конструкцій, армованих попередньо напруженими дошками та брусами, переріз типу ІІІ – «висока балка – низька плита» – для більшості конструкцій, що використовуються у даний час. Переріз типу ІІ є проміжним і використовується для наочності у зміні напружень при переході від монолітної конструкції до збірної.

З точки зору впливу усадки бетонів на утворення тріщин в зоні розташування нижньої арматури конструкції, армовані дошками і брусами, знаходиться в більш сприятливих умовах, ніж звичайні. невідповідністю у деформаціях усадки бетонів. Це пояснюється тим, що напруження розтягу у дошках або брусах, які викликані затримуючим впливом арматури, погашаються стискаючими напруженнями, зумовленими невідповідністю у деформаціях усадки бетонів.

У бетоні, що примикає до дошок або брусків, виникають напруження розтягу. Судячи з даних, наведених у монографії [1], тріщини не зможуть з'явитися лише від усадки, навіть за відсутності зовнішнього навантаження.

Однак, слід зауважити, що конструкції, армовані дошками і брусами, при розрахунку за утворенням тріщин у бетоні, що примикає до них, відносяться до 3-ї категорії тріщиностійкості. Рання поява тріщин та їхній розвиток гранично обмежується дошками та брусами, що грають і роль потужного пружного середовища, що сприяє збільшенню опору бетону зусиллям розтягу.

У збірно-монолітних конструкціях із перерізом типу ІІІ у нижній зоні балки виникають напруження розтягу (рис. 1).

Ці напруження складаються з напружень розтягу, зумовлених невідповідністю у деформаціях усадки бетонів та напружень розтягу, які виникають через затримуючого впливу арматури. Таким чином у зазначених конструкціях напруження розтягу у бетоні, що оточує нижню арматуру, завжди більше ніж у збірних, а при слабкому та помірному армуванні можуть бути більше ніж у монолітних.

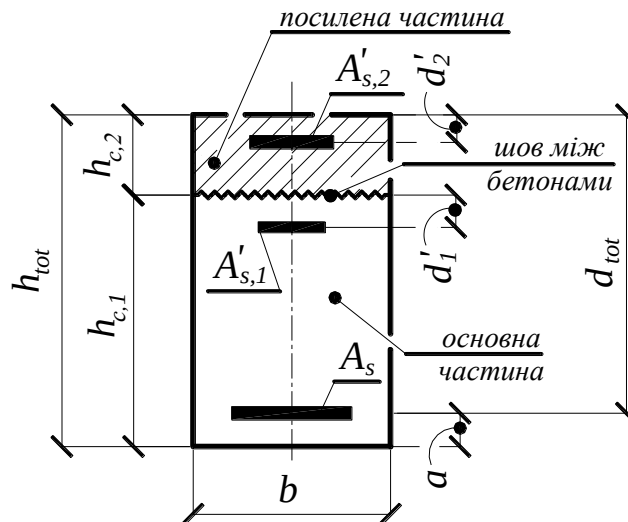


Рис. 1. Фрагмент поперечного перерізу збірно-монолітної залізобетонної конструкції типу III

Пом'якшення шкідливого впливу усадки бетону на роботу збірно-монолітних конструкцій може бути досягнуто у **необхідних випадках**:

а) за рахунок заходів технологічного порядку – застосування «нежирних» бетонів, жорстких бетонних сумішей (забезпечують при укладанні рівномірно щільну структуру бетону), застосування бетонів, близьких за якістю та за віком, догляд за бетоном (підтримка протягом досить тривалого відрізка часу підвищеної вологості середовища або покриття поверхні бетону пароізолюючим шаром, забезпечення плавного переходу від вологого зберігання до подальшого твердіння в атмосферних умовах, тощо), укладання блоково;

б) за рахунок заходів конструктивного порядку – підбір геометрії перерізу, армування верхньої зони перерізу.

Усадка бетонів істотно впливає на роботу збірно-монолітних конструкцій у процесі експлуатації. Тріщиностійкість конструкцій, армованих попередньо напруженими дошками та брусами (при розрахунку за утворенням тріщин у дошках та брусах) внаслідок усадки зазвичай підвищується, а конструкцій із перерізами інших типів – зменшується.

За певних цілком реальних умов тріщиностійкість конструкцій із перерізами типу III може знизитися внаслідок усадки на 20% і більше порівняно із розрахунковою чи нормативною. У конструкціях, виконаних без попереднього напруження, тріщини у розтягнутій зоні можуть з'явитися тільки від усадки, навіть за відсутності значного зовнішнього навантаження.

У зв'язку з цим теорія тріщиноутворення повинна враховувати напруження, викликані усадкою бетонів, а нормативні документи – містити рекомендації щодо усадки бетонів. При визначенні усадкових напружень необхідно враховувати невідповідність у деформаціях усадки бетонів, дійсне насичення арматурою, пружні властивості та повзучість бетонів, а також тривалий характер процесу усадки. При проектуванні збірно-монолітних конструкцій необхідно враховувати можливість появи у площині контакту

помітних зусиль зсуву. Грубо орієнтовно, за найнесприятливіших умов, ці зусилля можуть становити за величиною 20–30% від аналогічних зусиль, що виникають у момент прикладення експлуатаційного навантаження.

При сильно вираженій нерівномірній усадці, а у конструкціях з перерізами типу III і при рівномірній усадці, слід зважати на можливість появи в площині контакту нормальних зусиль, які прагнуть відірвати плиту від балки. Питання, що стосуються зусиль зсуву та відриву, практично не вивчені та вимагають проведення спеціальних наукових досліджень.

Висновок. Пом'якшення шкідливого впливу усадки на роботу збірно-монолітних залізобетонних конструкцій може бути досягнуто у наступних випадках:

а) за рахунок заходів технологічного порядку – застосування «нежирних» бетонів, жорстких бетонних сумішей, застосування бетонів, близьких за якістю та за віком, догляд за бетонами, укладання блоково, тощо.

б) за допомогою заходів технологічного порядку – підбір геометрії перерізу, армування верхньої зони перетину.

Вирішення практичних завдань збірно-монолітного залізобетону за допомогою системи рівнянь, у яких зв'язок між напруженнями та деформаціями виражається в інтегральній або диференціальній формі, є практично неприйнятним. Використання рівнянь деформацій в алгебраїчній формі дозволяє вирішувати будь-які завдання неоднорідного напруженого стану. Прийняття передумови про лінійну залежність між напруженнями та деформаціями мало відображається на точності результатів.

Список використаних джерел

1. Голышев А. Б. Теория и расчет железобетонных сборно-монолитных конструкций с учетом длительных процессов : монография / А. Б. Голышев, В. И. Колчунов, И. А. Яковенко ; под ред. д-ра техн. наук А. Б. Голышева. – К. : «Талком», 2013. – 337 с.

2. Яковенко І. А. Експериментальні дослідження міцності і тріщиностійкості у залізобетонних складених конструкціях / І. А. Яковенко // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди : зб. наук. праць. – Рівне, 2014. – Вип. 28. – С. 319–328.

3. Баширов Х. З. Железобетонные составные конструкции зданий и сооружений : монография / Х.З. Баширов, Вл. И. Колчунов, В.С. Федоров, И.А. Яковенко. – М. : Издательство АСВ, 2017. – 248 с.

4. Практичний посібник із розрахунку залізобетонних конструкцій за діючими нормами України (ДБН В.2.6–98:2009) та новими моделями деформування, що розроблені на їхню заміну / [Бамбура А.М., Павліков А.М., Колчунов В.І. та ін.]. – К. : Толока, 2017. – 627 с.

5. Яковенко І. А. Реконструкція будівель та споруд аеропортів : мет. реком. до виконання РГР для студентів спец. 6.06010101 / І. А. Яковенко, Є. А. Бакулін. – К.: НАУ, 2013. – 50 с.

УДК 624.012.045

ПОБУДОВА АЛГОРИТМУ РОЗРАХУНКУ ЖОРСТКОСТІ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗА НАЯВНОСТІ ПОХИЛИХ ТРІЩИН

І. А. ЯКОВЕНКО, дк.т.н., професор.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: i2103@ukr.net

Представлений узагальнений алгоритм розрахунку жорсткості залізобетонних конструкцій за наявністю похилих тріщин включає наступні операції.

1. На ділянках спільної дії згинального моменту M , повздовжньої сили N і поперечної сили V у залізобетонному елементі наноситься схема тріщин.

Для цього використовується група рівнянь тріщиноутворення. Як відомі розглядаються деформації повздовжньої арматури в місцях їхнього перетину небезпечною похилою тріщиною (ε_{s2}) і нормальною тріщиною (ε_{s1}), найближчими до перерізу I-I (рис. 1) та розрахункову схему для оцінки міцності, детально представлену у роботі [1].

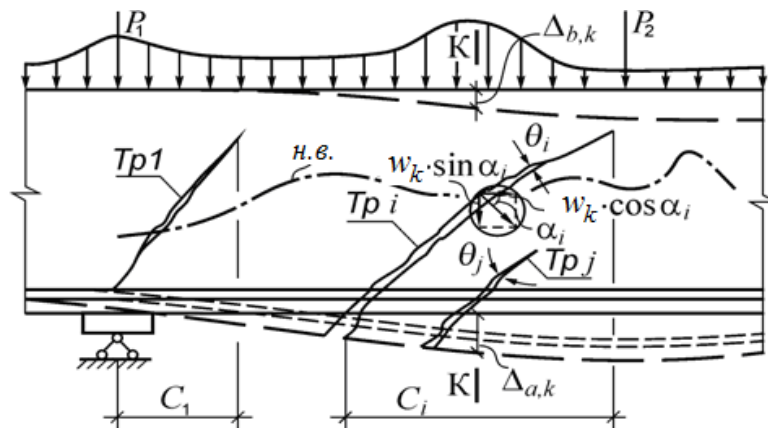


Рис. 1. Схема тріщин і переміщення у перерізі k щодо розрахунку залізобетонного елемента за деформаціями

Зауважимо, що рівень навантаження може бути будь-яким, у тому числі відповідати експлуатаційному навантаженню (для граничних станів другої групи). За деформаціями ε_{s2} і ε_{s1} встановлюється кількість рівнів тріщиноутворення, визначаються відстані між тріщинами s_r уздовж вісі повздовжньої робочої арматури та ширина їхнього розкриття w_k .

Потім на бічну поверхню залізобетонного елемента наноситься схема похилих тріщин за параболічними траєкторіями, які проходять через точки перетину вісі повздовжньої арматури і їхню вершину, розташовану в точці з координатами $z = a$ та $y = d - x_c$ [1].

Схема тріщин доповнюється тріщинами 3-го типу [2]. Для цього за деформаціями поперечної арматури ε_{sw} (визначеними із розрахункової схеми для кожної похилої тріщини) за допомогою групи рівнянь тріщиноутворення, встановлюється кількість рівнів тріщиноутворення вздовж поперечних арматурних стрижнів, визначаються відстані між тріщинами $s_{r,wi}$ і ширина їхнього розкриття $w_{k,i}$. На першому кроці ітерацій використовується напружено-деформований стан балочної схеми, на наступних кроках він уточнюється за ааточною схемою, відповідно до пунктів 2 і 3 алгоритму. Поєднавши прямими лініями точки перетину тріщинами вісей поперечної арматури, отримаємо схему траєкторій тріщин 3-го типу.

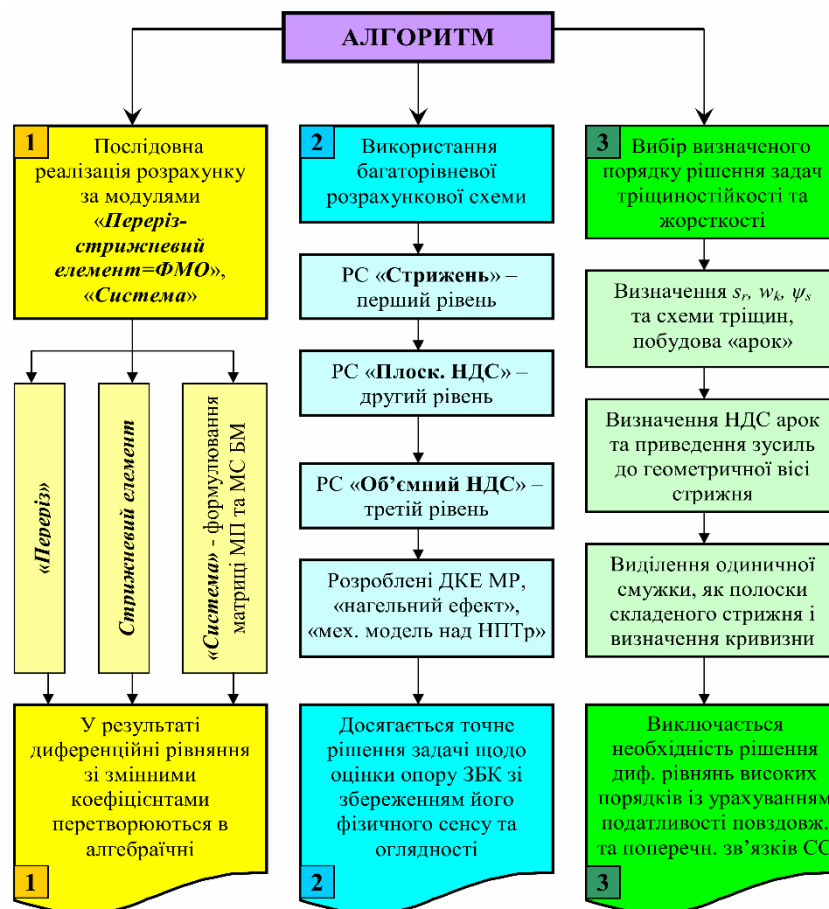


Рис. 2. Відмінні особливості алгоритму

Слід зауважити, що тріщини 3-го типу можуть розташовуватися і між поперечними стрижнями. У цьому випадку вони встановлюються за напружено-деформованим станом утворених залізобетонних арок (п. 2 і 3 цього алгоритму). Із розрахункової схеми визначається ширина розкриття тріщин третього типу, детальний алгоритм відображений у роботі [3].

У разі необхідності визначення лише ширини розкриття тріщин, розрахунок виконується за найгіршою (з точки зору ширини розкриття) похилою тріщиною.

2. Виконується розрахунок утворених залізобетонних арок за напруженнями і деформаціями. При цьому у межах поперечного перерізу кожної арки перпендикулярно до її фізичної вісі використовується гіпотеза плоских деформацій, а зв'язок між напруженнями і деформаціями здійснюється за допомогою діаграм.

Визначення внутрішніх зусиль в арці виконується за відомими формулами опору матеріалів для двошарнірних арок. При цьому зусилля розпору відоме (зусилля у повздовжній арматурі у місці перетину її похилою тріщиною). Визначення НДС здійснюється для їх n перерізів ($n \geq 5$), на які розбивається для розрахунку розглянута ділянка залізобетонної конструкції. Інтенсивність деформацій укорочення в арках ($\varepsilon_{c,i}$) не повинна перевищувати граничних (ε_{cu}), інакше відбувається руйнування стінки залізобетонного елемента.

3. У повздовжній і поперечній арматурі визначається значення «нагельного ефекту». Для цього використовується схема другого рівня, розроблена за участю автора у роботах [1–5].

4. Внутрішні зусилля в утворених залізобетонних арках замінюються додатковими зовнішніми зусиллями, прикладеними до первісної (до початку завантаження) геометричної вісі залізобетонного прямолінійного стрижня в обраних n поперечних перерізах. У результаті уточнюється розрахункова схема залізобетонного стрижня в межах ділянки з похилими тріщинами.

5. Визначаються кривизни обраних n перерізів залізобетонного елемента у зоні похилих тріщин з використанням методики, розглянутої у монографії [5]. У результаті можливе отримання повного напружено-деформованого стану і картини тріщиноутворення із урахуванням їхньої історії (кількість рівнів тріщиноутворення) у прольоті «зрізу» залізобетонних конструкцій.

Список використаних джерел

1. Верюжский Ю. В. Методы механики железобетона / Ю. В. Верюжский, В. И. Колчунов – К. : Кн. изд-во НАУ, 2005. – 653 с.
2. Ключева Н. В. К расчету ширины раскрытия наклонных трещин третьего типа в составных железобетонных конструкциях / Н. В. Ключева, И. А. Яковенко, Н. В. Усенко // Промышленное и гражданское строительство. – 2014. – №1. – С. 37–40.
3. Практичний посібник із розрахунку залізобетонних конструкцій за діючими нормами України (ДБН В.2.6–98:2009) та новими моделями деформування, що розроблені на їхню заміну / [Бамбура А.М., Павліков А.М., Колчунов В.І. та ін.]. – К. : Толока, 2017. – 627 с.
4. Голышев А. Б. Теория и расчет железобетонных сборно-монолитных конструкций с учетом длительных процессов : монография / А. Б. Голышев, В. И. Колчунов, И. А. Яковенко ; под ред. д-ра техн. наук А. Б. Голышева. – К. : «Талком», 2013. – 337 с.

5. Баширов Х. З. Железобетонные составные конструкции зданий и сооружений : монография / Х.З. Баширов, Вл. И. Колчунов, В.С. Федоров, И.А. Яковенко. – М. : Издательство АСВ, 2017. – 248 с.

***Секція 8 «Оцінка довговічності та
моніторинг стану технічних систем»***

УДК 351.811.122 : 656.053

ПОСТАНОВКА ЗАВДАНЬ РІЗНОГО РІВНЯ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ДОСЯГНЕНЬ У СФЕРІ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

І. В. ПЕРЕПЕЧАЙ, студент магістратури,

І. О. КОЛОСОК, к.пед.н., доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: kolosok@nubip.edu.ua

Завдання із забезпечення безпеки дорожнього руху можуть складатися в ієрархію, яка включає завдання, що відносяться до кінцевих результатів, проміжних результатів і відомчих дій. Завдання на більш деталізованих рівнях допомагають або ставити кінцеві завдання, або контролювати прогрес в напрямку досягнення кінцевих цілей.

Кінцеві завдання являють собою бажані результати проведення політики в напрямку підвищення безпеки дорожнього руху та зазвичай виражаються в сумарних річних величинах травматизму (смертельних випадків і важких травм). Вони можуть включати довгострокові перспективи, такі як нульові значення смертей і важких травм, і проміжні завдання, яких потрібно досягти за конкретний відрізок часу, часто – за 10 років.

Проміжні завдання, які часто називають показниками рівня дорожньої безпеки, встановлюють цілі, до яких слід рухатися при впровадженні ключових елементів стратегії дорожньої безпеки. Вони можуть включати такі параметри, як середня швидкість руху, частка нетверезих водіїв на дорогах, частка застосування ременів безпеки, частка застосування шоломів, фізичний стан дорожньої мережі і стандарти автомобільного парку (які вимірюються, наприклад, з точки зору рейтингу безпеки автомобіля). Вони можуть включати різні типи ДТП (наприклад, скоротити ДТП в результаті виїзду на узбіччя на сільських дорогах на конкретну величину); відноситися до окремих територій (наприклад, знизити швидкість руху в міських зонах на конкретну кількість кілометрів на годину) або до різних типів користувачів доріг (наприклад, скоротити небезпечні порушення правил завантаження важких транспортних засобів).

Відомчі дії – це надані фізичні ресурси, які необхідні для отримання проміжних і кінцевих результатів. Вони можуть включати, наприклад, число операцій з примусового дотримання швидкісного режиму, необхідних для зниження середньої швидкості руху, і час, витрачений поліцією на контроль водіння в нетверезому вигляді.

Кінцеві результати використовуються в багатьох країнах, а ось проміжні і відомчі результати використовуються не так широко. Дані про кінцеві результати, як правило, систематично збираються і контролюються, а дані про проміжні і відомчі результати збирають і контролюють не так частою. Однак ці дані важливі для розуміння ризиків аварійності по всій дорожній мережі і для

контролю ефективності дій, що спрямовані на підвищення дорожньої безпеки. Вони абсолютно необхідні для розробки стратегій, що відповідають реальним умовам, для ефективної реалізації заходів безпеки в зонах підвищеного ризику та/або в зонах з найвищим потенціалом для поліпшення рівня безпеки, а також для контролю ефективності заходів, що застосовуються.

Управління громадських доріг Норвегії в якості кінцевого завдання планувало знизити число загиблих або важко травмованих користувачів доріг на 50 % до 2020 р., що було частиною Загальнонаціонального транспортного плану на 2010-2019 рр. Були розроблені також проміжні завдання, мета яких – слугувати основою для визначення заходів з підвищення дорожньої безпеки, які спрямовані на досягнення кінцевого завдання, а також показниками прогресу в напрямку до досягнення кінцевого завдання (рис. 1.) [1].

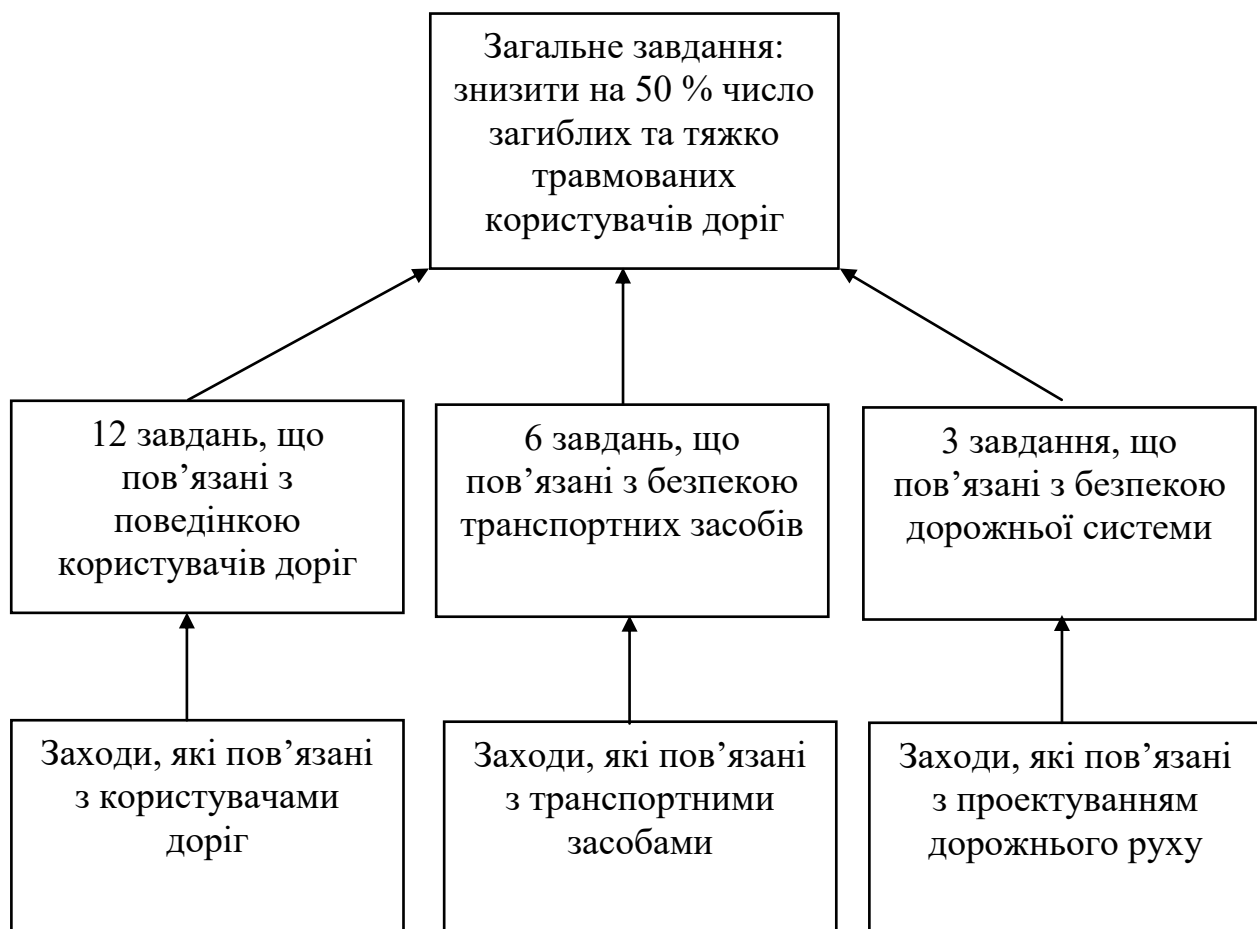


Рис. 1. Програмно-цільовий метод управління дорожньої безпекою в Норвегії

Список використаних джерел

1. URL: <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/08towardszeroru.pdf>
(дата звернення: 10.02.2022)

УДК 656.05.312

СУЧАСНИЙ ПІДХІД ДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

Ю. В. ШАТКІВСЬКА, студентка магістратури,

І. О. КОЛОСОК, к.пед.н., доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: kolosok@nubip.edu.ua

Дорожній транспорт грає величезну роль в процесах розвитку. Сприяючи переміщенню людей та товарів, він допомагає покращити доступ до освіти, охорони здоров'я, робочих місць та економічних ринків. Інвестори щорічно вкладають мільярди доларів у будівництво та ремонт дорожньої мережі в країнах з низьким та середнім рівнем доходів, тим самим стимулюючи економічне зростання та зайнятість населення.

На жаль, без належної уваги до безпеки, акцент на максимальній пропускній спроможності систем дорожнього транспорту веде до значних втрат життя, здоров'я та матеріальних цінностей. Згідно з оцінками, внаслідок дорожньо-транспортних пригод щорічно гинуть 1,3 млн. осіб, а ще від 20 до 50 млн. людей страждають від нелетальних травм. Ці аварії та травми пов'язані з величезними економічними та соціальними витратами для сімей та суспільства. Політика та програми в галузі транспорту, правоохоронної діяльності, охорони здоров'я та в інших секторах безпосередньо впливають на безпеку дорожнього транспорту, що робить безпеку дорожнього руху однією з найважливіших проблем державної політики. Завдяки інформаційно-пропагандистським зусиллям та підвищенню якості даних, уряди та міжнародна спільнота все частіше визнають, що масштаби дорожньо-транспортного травматизму досягли критичного рівня та вимагають негайних дій.

Свою думку про те, що необхідно зробити, щоб дороги стали безпечнішими, висловлюють багато людей, проте часто вона заснована на особистому досвіді або неперевіреній інформації, що може створювати хибне уявлення про дійсно пріоритетні питання.

Достовірна та докладна інформація допомагає фахівцям-практикам точно ідентифікувати проблеми, фактори ризику та пріоритетні галузі, а також сформулювати стратегію, поставити завдання та проконтролювати їх виконання (рис. 1). Процес збору даних, прийняття заходів та подальша оцінки результатів має фундаментальне значення для будь-якої стратегії у сфері забезпечення безпеки дорожнього руху, включаючи підхід до забезпечення безпеки дорожнього руху, відомий як "Безпечна система" (рис. 2) [1]. Без безперервного, заснованого на конкретній інформації діагностування ключових проблем дорожньо-транспортного травматизму та їх вирішення не буде досягнуто суттєвого та стійкого зниження рівнів аварійності та тяжкості дорожньо-транспортних подій.

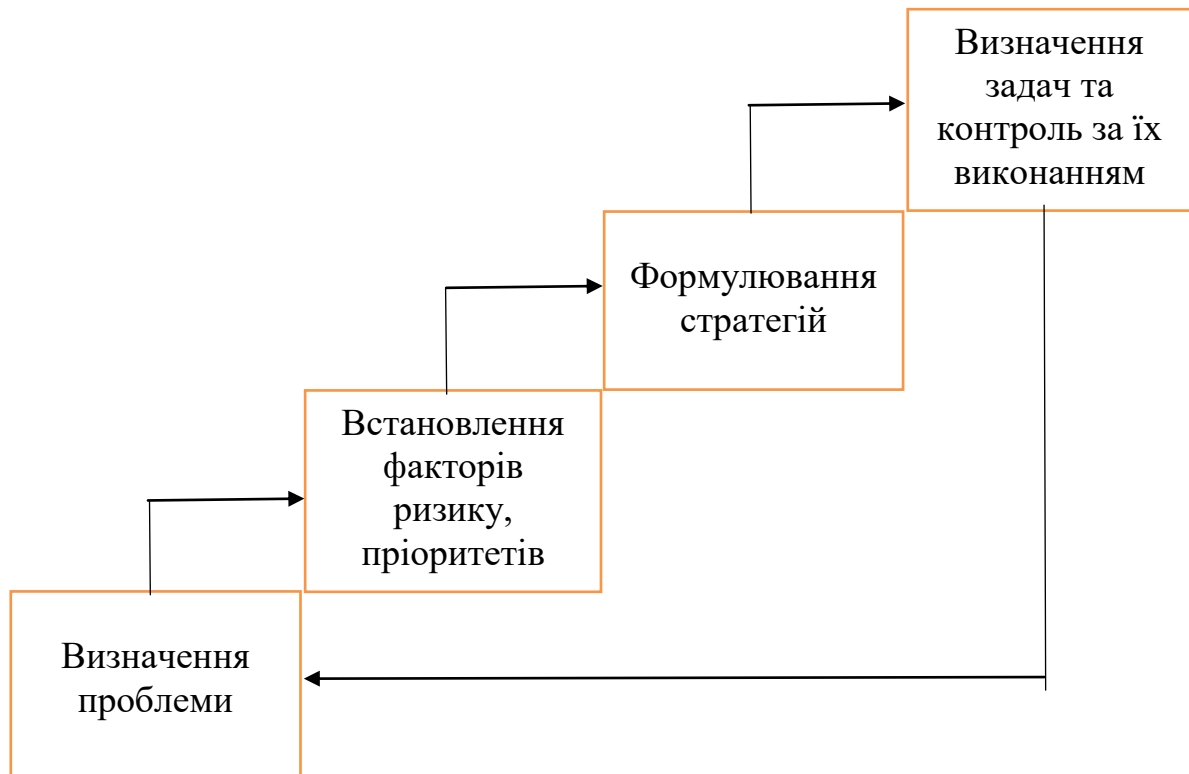


Рис. 1. Використання даних у рамках підходу до забезпечення безпеки дорожнього руху

Наявність достовірних точних даних також може сприяти мобілізації політичної волі для надання першочергової важливості безпеці дорожнього руху шляхом:

- документування характеру та масштабів проблеми дорожньо-транспортного травматизму;
- демонстрації ефективності заходів, що вживаються щодо попередження дорожньо-транспортних пригод та травматизму;
- надання даних про скорочення соціально-економічних витрат, яке може бути досягнуто за допомогою ефективної профілактики.

Використання достовірних даних для більш ефективного виявлення проблем та цільового розподілу ресурсів є ключовим елементом підходу до забезпечення безпеки дорожнього руху на базі моделі “Безпечна система” – такий підхід отримує все ширше визнання як найефективніший спосіб забезпечення більшої безпеки системи автодорожнього транспорту для усіх користувачів.

Цей підхід орієнтований на створення дорожньо-транспортної системи, яка здатна гнучкіше пристосовуватися до суб'єктивних помилок людини, а також враховувати вразливість тіла людини, замість того, щоб приділяти основну увагу запобіганню суб'єктивних помилок. Для цього потрібно визнати, що відповідальність за безпеку дорожнього руху повинні спільно нести як розробники дорожньо-транспортної системи, так і користувачі цієї системи. Мета такого підходу полягає у тому, щоб попередити смертельні та тяжкі травми шляхом виявлення та усунення основних джерел помилок та вад у

проектуванні, які сприяють їх виникненню. Учасники дорожнього руху, транспортні засоби та дорожня мережа, її безпосереднє оточення розглядаються при цьому в комплексі: здійснюється широке коло заходів, у яких приділяється більше уваги управлінню швидкісними режимами та конструкції транспортних засобів та доріг, ніж за традиційного підходу до забезпечення безпеки дорожнього руху.



Рис. 2. Модель “Безпечна система”

Список використаних джерел

1. URL: https://www.who.int/roadsafety/publications/data_manual_ru. df?ua=1 (дата звернення: 11.02.2022)

УДК 351.811.122 : 656.05

ОСОБЛИВОСТІ АМБІТНИХ ДОВГОСТРОКОВИХ ЗАВДАНЬ ДЛЯ ДОРОЖНЬОГО СЕКТОРА

О. В. ЩЕРБАК, студентка магістратури,

І. О. КОЛОСОК, к.пед.н., доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: kolosok@nubip.edu.ua

З метою формулювання і планування стратегії можна спеціально ставити довгострокові завдання такого рівня, який перевищує поточні відомчі можливості і технічні ресурси. У поняття “довгостроковий” входить, як варіант, кілька десятиліть, скажімо, 20-30 років, в той час як постановка звичайних завдань, як правило, обмежується приблизно найближчими десятима роками. Акцент на довгострокових амбіціях не дуже поширений. Проте в окремих країнах довгострокові амбіції виражаються в формі перспективного бачення з заданим кінцевим результатом (наприклад, перспективні концепції “Нульова перспектива” в Швеції і “Стійка безпека” в Нідерландах) [1].

Для дорожнього сектора такий підхід до вироблення перспективи і кінцевих завдань з підвищення безпеки дорожнього руху є радикальним нововведенням, в той час як в таких транспортних секторах, як авіація, залізничні та морські перевезення, він давно став нормою. З цієї точки зору можна сказати, що підвищення планки кінцевих завдань означає, що дорожній сектор переходить до таких стандартів безпеки, які вже вважаються доречними і досяжними для інших видів транспорту. Труднощі подібного переходу абсолютно зрозумілі, особливо з урахуванням того, що над іншими видами транспорту простіше здійснювати повний контроль. Проте, все більше поширюється переконання, що більше не можна миритися зі смертями і травмами на дорогах як з неминучим побічним продуктом мобільності і що це має бути відображено в довгострокових завданнях з безпеки дорожнього руху.

Завдяки досягненням в підвищенні рівня безпеки, які стали результатами перспективних концепцій в Швеції і Данії, ті завдання, які багато хто вважав раніше радикальними і недосяжними, перетворилися на еталон прийнятих результатів підвищення рівня дорожньої безпеки. У багатьох країнах все більше поширюється переконання, що доречним рівнем висоти завдань в напрямку дорожньої безпеки є повне усунення смертності і важкого травматизму. Підтримка такого рівня амбіцій посилюється ще й за рахунок того, що в багатьох країнах зростає визнання “вразливих” користувачів доріг, особливо пішоходів, які є жертви зростаючої автомобілізації. Особливо це справедливо в країнах з низьким і середнім рівнем доходу, де в умовах стрімкої автомобілізації саме вразливі користувачі доріг часто складають саму велику частку травмованого на дорогах населення.

Інструментарій і накопичені практичні методики формування політики в сфері дорожньої безпеки не відрізняються від тих, що використовувалися в минулому для підготовки обґрунтованих цільових показників загальнонаціональних програм. Емпірично обґрунтовані завдання, як і раніше залишаються віхами, досягнення яких необхідне на шляху до підсумкової мети.

Список використаних джерел

1. URL: <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/08towardszeroru.pdf>
(дата звернення: 09.02.2022)

УДК 351.811.122 : 656.053.2

СИСТЕМНИЙ ПІДХІД У СФЕРІ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

В. О. ЛУЦЕНКО, студентка магістратури,

І. О. КОЛОСОК, к.пед.н., доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: kolosok@nubip.edu.ua

У низці країн при розробці та реалізації програм з підвищення безпеки дорожнього руху вже застосовується системний підхід до безпеки. У Швеції розроблено підхід під назвою “Нульова перспектива”, в Нідерландах застосовується схожий підхід під назвою “Стійка безпеку”, на низці територій Австралії реалізуються аналогічні програми. Таким чином, системний підхід до безпеки, як правило:

- спрямований на створення дорожньої системи, яка краще враховує людський фактор. Це зазвичай досягається за рахунок поліпшення управління енергією зіткнень таким чином, щоб жоден учасник дорожнього руху не піддавався при зіткненні впливу, який здатен призвести до смерті або тяжкої травми;

- включає безліч стратегій для поліпшення управління енергією зіткнення, ключовою з яких є удосконалення конструкції дорожньої мережі разом з межами допустимої швидкості, які визначаються в залежності від рівня захисту, що забезпечується дорожньою інфраструктурою;

- базується на детальному економічному аналізі, необхідному для розуміння масштабу проблеми травматизму, і на прямих інвестиціях в ті програми і ділянки доріг, де очікується найбільша потенційна вигода для суспільства;

- спирається на комплексні структури управління і комунікацій, що включають всі основні державні відомства та інші організації, які відіграють ту чи іншу роль в забезпеченні безпечного функціонування транспортної системи;
- погоджує прийняття рішень у сфері управління безпекою з прийняттям більш широких соціальних рішень, які пов'язані із загальними завданнями в галузі економіки, охорони здоров'я та охорони навколишнього середовища, а також із завданнями зі створення комерційного середовища, що породжує попит на продукти і послуги, які підвищують безпеку дорожнього руху, і приносить користь їх постачальникам;
- підтримує уявлення про “спільну відповідальність” за безпеку дорожнього руху серед різних гравців дорожньо-транспортної системи з тим, щоб громадяни, а також державні, приватні та некомерційні організації поділяли перспективне бачення кінцевої амбітної мети підвищення безпеки дорожнього руху та шляхів досягнення цієї мети;
- програма “Нульова перспектива” базується на етичному імперативі повного усунення смертності і травматизму з транспортної системи. Програма “Стійка безпека” приймає за відправну точку усунення ДТП, яких можна запобігти і надає більше значення рентабельності заходів, що застосовуються, однак при цьому стверджує, що необхідно докласти всіх можливих зусиль для побудови та підтримки дорожніх систем, які забезпечать майбутнім користувачам повний захист на багато поколінь вперед [1].

Список використаних джерел

1. URL: <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/08towardszeroru.pdf>
(дата звернення: 08.02.2022)

УДК 630.383

МЕТОДИ ДІАГНОСТУВАННЯ РУЛЬОВОГО УПРАВЛІННЯ ТРАКТОРА

І. В. КОЛЕСНИК кандидат технічних наук

Ю. І. КОЛЕСНИК аспірант

Державний біотехнологічний університет, м. Харків

Ю. Ю. КОЗЛОВ інженер I категорії

Харківська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, м. Харків

E-mail: ivankolesnik89@gmail.com

Діагностування машин дозволяє визначати технічний стан агрегатів, механізмів і систем машини без їх розбирання, прогнозувати терміни служби вузлів, фактично управляти їх технічним станом, призначаючи відповідні

ремонтно-обслуговуючі впливу і виконуючи їх в процесі технічного обслуговування і ремонту. Це знижує час простою машини, забезпечує значну економію коштів на її обслуговування і ремонт. Виконання тільки дійсно обґрунтованих операцій з обслуговування, регулюванню і ремонту скорочує витрату запасних частин і паливо мастильних матеріалів.

Технічне діагностування значно впливає на інтенсивність використання техніки через її коефіцієнт готовності. Попередження відмов, оперативне їх усунення різко знижують простої машин з технічних причин, збільшують їх продуктивність і якість виконання сільськогосподарських операцій, що позитивно позначається на термінах виконання робіт, сприяє отриманню додаткового прибутку сільгосптоваровиробниками.

Технічне діагностування виконує 5 основних функцій:

- перевірка справності (працездатності) машин або їх складових частин з високою достовірністю;
- пошук дефектів з встановленою глибиною пошуку;
- оцінка якості ТО і ремонту;
- збір вихідних даних для прогнозування залишкового ресурсу складових частин машини;
- видача рекомендацій за результатами діагностування про вид, обсяг, місце і строк ремонтно-обслуговуючих робіт [1, 2].

Необхідною умовою підвищення надійності роботи машин є забезпечення експлуатаційної чистоти їхніх робочих порожнин і використовуваних робочих рідин (паливо, масла та ін.), Тобто зниження їх забрудненості до рівня, що виключає передчасний знос, порушення функціональних характеристик, раптовий вихід з ладу деталей і вузлів машин. Забруднені масла в 2 ... 5 разів прискорюють знос тертьових пар, підвищена забрудненість робочих порожнин машин в 70 ... 90% випадків є причиною відмов гідросистем, в 50% - паливних систем дизелів і т.д [1, 4].

У процесі роботи гідросистеми внаслідок зношування вузлів і сполучень і порушення герметичності ущільнень змінюються показники, що характеризують роботу її основних агрегатів - насоса, розподільника, силових циліндрів.

Для підтримки гідросистеми машин в справному та працездатному стані та своєчасного виявлення раптово виниклого відмови необхідно періодично контролювати технічний стан гідравлічного обладнання. Засоби технічної діагностики дозволяють своєчасно виявити можливість раптової відмови, розпізнати характер і місце прихованої несправності, запобігти пошкодження гідрообладнання, подальший ремонт і простий машини до відновлення працездатного стану. Таким чином, своєчасне виявлення несправностей за допомогою засобів діагностики технічного стану є більш доцільним, ніж усунення відмови шляхом заміни пошкодженого гідрообладнання.

Основними завданнями технічної діагностики гідросистеми є:

- визначення параметрів, що характеризують стан гідрообладнання і їх порівняння зі значеннями, встановленими в нормативно-технічній

документації; якісний і кількісний аналіз інформації про технічний стан гідрообладнання для визначення показників надійності, а також якісних характеристик надійності виробів (характеристики відмови, причини пошкодження або руйнування);

- встановлення взаємозв'язків між показниками надійності і факторами що впливають на них;

- визначення необхідності технічного обслуговування і ремонту гідрообладнання для відновлення працездатного стану.

Основний параметр гідросистеми, що найбільш повно характеризує її технічний стан, є об'ємний к.к.д. Однак у зв'язку з неможливістю безпосереднього (прямого) вимірювання об'ємного к.к.д. гідропередачі при діагностуванні використовують зовнішні (вихідні) характеристики, а також враховують супутні процеси, що виникають при виконанні робочих операцій.

Отже, для визначення технічного стану машини або окремих його компонентів необхідно вимірювати кілька параметрів. Сукупність вимірюваних параметрів повинна бути мінімальною, але достатньою для об'єктивної оцінки технічного стану діагностуємого гідрообладнання машини в цілому. Для прогнозування технічного стану гідросистеми істотно важливою виявиться інформація про зміну деяких параметрів за встановлений час експлуатації внаслідок зношування і впливу кліматичних чи інших факторів, у тому числі умов і режимів експлуатації машини [3].

Методи діагностування машин по факторам діагностики можна розділити на суб'єктивні та об'єктивні.

Суб'єктивні методи дозволяють оцінювати технічний стан контрольованого об'єкта: візуальним оглядом, прослуховуванням, по ступеню нагрівання механізмів і трубопроводів «на дотик».

Візуальний огляд – виявляють місця підтікання палива, масла й технічних рідин, визначається їхня якість по плямі на фільтрувальному папері; наявність тріщин металоконструкції.

Прослуховуванням – характер шумів, стукотів і вібрації.

Об'єктивні методи контролю працездатності об'єкта на використанні вимірювальних приладів, стендів і іншого обладнання, які дають змогу більш якісно визначити параметри технічного стану, які змінюються в процесі експлуатації машини.

Одним з найбільш перспективних методів діагностування рульового управління з гідропідсилювачем мобільної сільськогосподарської техніки є безрозбірний віброакустичний метод. Сигнали, що виходять від працюючих механізмів, носять імпульсний характер, а їхня амплітуда досить точно характеризує стан кінематичної пари. При віброакустичному методі контролю велике значення має правильний вибір первинних перетворювачів. Цей метод перспективний, має високу інформативність, однак відокремлення корисних сигналів від перешкод, створюваних різними сполученнями контрольованої системи, затрудняє виявленню несправності.

Список використаних джерел

1. Колеснік І.В. Аналіз існуючих методів діагностування рульового управління з гідро підсилювачем / І.В. Колеснік // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Харків: ХНТУСГ, 2015. – Вип. 156 – С. 314 – 319.
2. Бельских В.И. Диагностика технического состояния и регулировка тракторов / Бельских В.И. – М., Колос, 1973.
3. Електронні джерела [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://goo.gl/qMWP9k>.
4. Скрипников А.В. Исследование работы рулевых управлений с гидроусилителями / Скрипников А.В., Кондрашова Е.В., Скворцова Т.В., Токарев Д.Е., Лобанов Ю.В. Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6.

УДК 631.3.076

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ДОСЛІДЖЕНЬ У ГАЛУЗІ ДІАГНОСТУВАННЯ МАШИН ТА ЇХ СИСТЕМ В ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Є. І. КАЛІНІН, доктор технічних наук, професор
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»*
Р. М. ПЕТРОВ, аспірант
М. А. КУСКОВ, аспірант
Державний біотехнологічний університет
E-mail: petrovhntusg@gmail.com

Оновлення парку транспортно-технологічних машин за рахунок надходження в експлуатацію нових вітчизняних та зарубіжних зразків, насичених вбудованими електронними пристроями контролю технічного стану, створило проблемну ситуацію у сфері технічного обслуговування цих машин. Нові машини мають покращені експлуатаційні характеристики, у тому числі досить високу експлуатаційну надійність. Проте інтенсивність експлуатації цих машин суттєво зросла. Існуюча система технічного сервісу орієнтована на інші умови застосування машин за їх призначенням, а також на усунення наслідків відмов старих машин, по суті, вже застарілих морально і фізично конструкцій, тобто, в більшості випадків, сервіс орієнтований на виконання ремонтно-відновлювальних операцій, ніж виконання технічного обслуговування. Рівень експлуатаційної надійності нових транспортно-технологічних машин, що підтримується фірмовим обслуговуванням, у складних умовах експлуатації виявляється недостатньо високим, відмови елементів, вузлів, агрегатів та систем транспортно-технологічних машин все одно виявляються, статистика їх

поки що не визначена. У зв'язку з цим дослідження спрямоване насамперед на виявлення статистики відмов транспортно-технологічних машин.

Виконання діагностики в більшості випадків передбачалося дискретно, із заздалегідь встановленою періодичністю або у разі необхідності виявлення місць та причин відмов та несправностей, у ряді випадків за значеннями параметрів, визначених діагностичними процедурами, здійснювалося прогнозування залишкового ресурсу машин та їх агрегатів.

Основні тенденції розвитку методів та засобів технічної діагностики були спрямовані на збільшення кількості та точності оцінки діагностичних параметрів. Складність та дорожнеча виконання багатьох діагностичних процедур не дозволяла досягати їх широкого застосування у практиці експлуатації машин.

Нами проведено аналітичний огляд досліджень у галузі діагностування машин та їх систем в експлуатації, за результатами аналізу можна виділити:

- дискретне діагностування машин із заздалегідь встановленою періодичністю (мото-год. напрацювання) у досить великому числі випадків не здатне попереджати виникнення відмов агрегатів та систем, що відповідають за безпеку руху та роботи;

- у конструкціях сучасних вітчизняних машин недостатньо вбудованих засобів діагностики, практично відсутні засоби накопичення діагностичної інформації;

- в експлуатації знаходиться велика кількість машин застарілих моделей та модифікацій, які взагалі не пристосовані до проведення діагностичних впливів;

- більшість виробників вітчизняних машин досі не роблять серйозних кроків для вдосконалення їх конструкцій з метою полегшення контролю змін технічного стану та забезпечення безпеки експлуатації;

- незважаючи на можливості використання сучасних засобів зв'язку, інформаційних технологій і систем GPS і ГЛОНАС, на більшості вітчизняних машин відсутнє відповідне обладнання, що перешкоджає реалізації можливостей діагностичного моніторингу умов експлуатації машин і змін їх технічного стану;

- принципи діагностичного моніторингу не отримали достатнього розвитку та застосування через відсутність в Україні відповідної інфраструктури технічного сервісу;

- у ряді випадків діагностичний моніторинг вважається прийнятним для використання тільки у великих парках машин або в автопарках зі значною кількістю машин які зараз в експлуатації, або автомобілів однієї марки;

- періодичне або локальне технічне діагностування, що проводиться в існуючій системі технічного обслуговування та ремонту машин, в основному спрямоване на оцінку їх технічного стану та реєстрацію факту наявності несправностей, а не на попередження їх виникнення. Воно здатне певною мірою зменшити простої машин з технічних причин, знизити витрати пального та запасних частин, витрати коштів на технічне обслуговування та ремонт, але

не в змозі забезпечити попередження виникнення відмов та необхідну експлуатаційну надійність машин.

- виявлено суттєву суперечність, яка полягає в тому, що результати досліджень залишкового ресурсу транспортно-технологічних машин, їх агрегатів та систем зазвичай вказують на явну та значну розбіжність з їх технічним станом.

- у існуючих системах технічного обслуговування транспортно-технологічних машин, зокрема і за технічному сервісі, враховується дія постійних чи майже незмінних чинників умов експлуатації. Це одна з основних недоліків систем.

- наявність об'єктивних даних про реальний технічний стан машини, як об'єкта контролю, дозволить відмовитися від її обслуговування з напруження та виконувати всі види обслуговування лише за станом (за потребою).

УДК 338.43:631.16

ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСТОСОВНОСТІ ТА ДОСТОВІРНОСТІ МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОПИТУ НА КОМПЛЕКСНЕ СЕРВІСНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

В. А. БАНТКОВСЬКИЙ, доцент
Державний біотехнологічний університет, м. Харків
С. О. ЛУЗАН, д.т.н., професор
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»*
E-mail: bantkovskiy@ukr.net, khadi.luzan@gmail.com

Комплексна завершеність технічного сервісу як системи сервісного супроводу промислових виробів залежить від цілого ряду факторів технічного, організаційного, економічного та правового характеру [1].

Технічний сервіс – один з найпрогресивніших видів комплексних послуг, що надаються споживачеві у придбанні, високопродуктивному використанні, кваліфікованому обслуговуванні та ремонті засобів виробництва. Але і досі зберігається суттєвий розрив між рівнями організації виготовлення промислової продукції, зокрема сільськогосподарського призначення та її подальшим сервісним супроводом. Необхідно враховувати той факт, що економічний ефект, закладений сферою виробництва в нові зразки техніки, може бути втрачений внаслідок недоліків у сфері організації сервісного супроводу та відсутності налагодженої системи обслуговування та ремонту експлуатованої техніки.

Ефективність комплексу фірмового сервісного обслуговування виробу багато в чому залежить від виду виробу, територіальної віддаленості

підприємства-виробника від споживача, фінансового становища виробника та споживача, обсягів попиту на сервісне обслуговування та багатьох інших факторів [2].

З метою формування методологічних підходів до прогнозування попиту на послуги комплексного сервісного обслуговування технічних об'єктів необхідно, перш за все, вирішити наступні завдання: провести порівняльний аналіз функціональних залежностей, що відображають закономірності зміни обсягу реалізації комплексного сервісного супроводу технічних об'єктів за стадіями життєвого циклу ринку сервісних послуг; обґрунтувати застосовність та достовірність існуючих методів прогнозування ємнісного показника стану ринку сервісного обслуговування об'єктів виробничо-технічного призначення.

Прогнозування обсягів попиту на послуги сервісного обслуговування полягає в обґрунтуванні за допомогою різних методів сукупних обсягів споживання виробів із супутнім їх сервісним супроводом у певному часовому періоді [3]. Проте, у розвитку ринку мають місце суттєві зміни темпів приросту чи зниження ємнісного показника стану ринку сервісного обслуговування виробів із часом, які знаходять відображення у традиційних залежностях (лінійній, ступеневій, логарифмічній та інших.). Прогноз обсягів реалізації виробів та сервісних послуг, що надаються підприємством-виробником або його представником (посередником), пов'язаний з виявленням та аналізом двох основних груп факторів, що визначають величину та динаміку продукції компанії-виробника; факторів, що визначають долю ринку, який займає вироби з певним рівнем конкурентоспроможності в рамках однієї групи виробів або сервісних послуг.

Прогнозування ємнісного показника стану ринку (ємність ринку) сервісного комплексу послуг полягає в обґрунтуванні із застосуванням різних методів сукупних обсягів споживання виробів та сервісних послуг у певному часовому періоді. Існує три основні підходи до прогнозування ємності ринку сервісного обслуговування: евристичний, економіко-математичний та нормативний. Кожен із цих підходів реалізується у вигляді певних методів прогнозних розрахунків. Для найдостовірнішого відображення залежностей величини ємності ринку комплексних послуг по даному виробу необхідно використовувати методи факторних моделей прогнозування ємності ринку. Сутність даних методів полягає у тому, що величина ємності ринку представляється як функції однієї чи кількох чинників.

До основних факторів, що використовуються при формуванні одно- і багатофакторних моделей відносяться: рівень доходів чи видаткова частина доходів що витрачається на комплексне сервісне обслуговування експлуатованих виробів підприємствами – споживачами послуг; рівень цін на вироби та (або) комплексне сервісне обслуговування виробів на ринку; рівень цін на всю сукупність або окремі групи виробів (технологічне та підйомно-транспортне обладнання, сільськогосподарська техніка, транспортні засоби, рухомий склад тощо), представлених на ринку та необхідних підприємствам-споживачам для здійснення виробничої діяльності; випереджальний показник –

змінна аналізованого чи іншого ринку, яка реагує на майбутні можливі зміни ємності аналізованого ринку на заздалегідь визначену тимчасову перспективу та ін. [4].

Для довгострокових тимчасових інтервалів ринкові явища та процеси необхідно відображати сукупністю факторів, облік сумісного впливу яких на величину ємності ринку комплексних сервісних послуг з виробів виробничо-технічного призначення забезпечується багатфакторними моделями прогнозування ємності ринку.

Аналіз існуючих багатфакторних моделей прогнозування ємності ринку показав, що найбільш об'єктивною та максимально-достовірною багатфакторною моделлю прогнозування попиту на комплексні фірмові послуги, що надаються підприємствами технічного сервісу, є модель залежно від рівня поточних доходів споживачів та середнього рівня цін на всю сукупність виробів виробничо-технічного призначення у аналізованому періоді:

$$E_t = k_0 + k_1 \cdot D_t + k_2 \cdot P_t, \quad (1)$$

де E_t - ємність ринку комплексних сервісних послуг, щодо виробу виробничо-технічного призначення у запланованому періоді;

k_0, k_1, k_2 - коефіцієнти регресії;

D_t - рівень доходів підприємств-споживачів виробів виробничо-технічного призначення та комплексних сервісних послуг з цих виробів у запланованому періоді;

P_t - середній рівень цін на комплексні сервісні послуги з виробів виробничо-технічного призначення у запланованому періоді часу.

Використання цієї багатфакторної моделі дозволяє підприємствам обслуговуючої сфери АПК виявляти кількісні впливи зміни факторів на величину ємності ринку комплексних сервісних послуг з виробів виробничо-технічного призначення, передбачати зміну масштабів та тривалості стадій життєвого циклу ринку. Що, у свою чергу, сприяє найефективнішому, з погляду на кінцевий результат виробничої діяльності, реагуванню підприємств технічного сервісу, у тому числі і обслуговуючої сфери АПК, на зміни кон'юктури ринку.

Проведені дослідження дозволяють зробити такі основні висновки:

найбільш прийнятними при прогнозуванні попиту на фірмові послуги, що надаються підприємствами технічного сервісу, є економіко-математичні підходи, що ґрунтуються на більш точних та формалізованих, науково-обґрунтованих методах прогнозування; підвищення точності прогнозів попиту на фірмові послуги, що надаються підприємствами технічного сервісу, може бути забезпечене на основі інтеграції різних методів прогнозування, пріоритетним і найбільш доцільним з яких є розробка багатфакторної моделі; вибір конкретної форми та значень параметрів функціональної залежності, що використовується для відображення взаємозв'язку ємності ринку комплексних сервісних послуг по виробу з будь-яким фактором, залежить від специфічних особливостей конкретного ринку; відображення взаємозв'язку ємності ринку з

одним із факторів необхідно проводити на основі кількісного та якісного аналізів адекватності характеру зміни лінії регресії фактичним законам зміни ємності ринку; зміни тенденцій наростання або зниження ємності ринку комплексних сервісних послуг з виробів виробничо-технічного призначення в економічному аналізі можуть розглядатися як закономірні та обґрунтовуватись за допомогою концепції життєвого циклу виробу або концепції повного періоду володіння ним споживачем.

Список використаних джерел

1. Організаційні форми технічного сервісу та прогноз їх розвитку в ринкових умовах господарювання в агропромисловому комплексі України. Рекомендації. / М.В. Молодик, А.М. Моргун, Л.І. Шаповал та ін. – Київ: ННЦ ІМЕСГ, ХДТУСГ, 2005. – 172 с.
2. Кубіч В. І. Питання експлуатації машин в законодавчих та нормативних актах. Автомобілі і трактори: навчальний посібник / В. І. Кубіч, О.М. Коробочка, О. Г. Чернета. — Кам'янське : ДДТУ, ЗНТУ, 2018. – 230 с.
3. Економіка підприємства: навчальний посіб. для студентів закл. вищ. освіти / Н.М. Колпаченко, Ю.А. Сайчук, В.К. Аветісян, В.А. Бантковський, В.Л. Маніло. – Харків: Діса плюс, 2019. – 277с.
4. Оптимізація виробництва в машинобудуванні: навчальний посіб. для студентів закл. вищ. освіти / Н.М. Колпаченко, Ю.А. Сайчук, В.К. Аветісян, В.А. Бантковський, В.Л. Маніло. – Харків: Діса плюс, 2020. – 250 с.

УДК 631.3.21

МЕТОДОЛОГІЯ ДІАГНОСТИКИ АГРЕГАТИВ АВТОМОБІЛІВ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИМИ МЕТОДАМИ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ПРАЦЮЮЧОГО МАСЛА

Є. І. КАЛІНІН, доктор технічних наук, професор
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»*

Р. М. ПЕТРОВ, аспірант

М. А. КУСКОВ, аспірант

Державний біотехнологічний університет

E-mail: petrovhntusg@gmail.com

Автомобільний транспорт, здійснюючи автоперевезення практично всіх видів вантажів та людей, визначає виробниче зростання більшості галузей України, тому підвищення ефективності експлуатації автотранспортних засобів є однією з пріоритетних проблем транспортної галузі країни.

Умови експлуатації автомобільного транспорту та типи його рухомого складу досить різноманітні. Досвід експлуатації АТЗ та ряд робіт дослідників показують, що виконання регламентних видів технічного обслуговування та ремонту не завжди підвищує ресурс автомобілів та знижує вимушені простої у ремонті. Вже до четвертого року експлуатації ймовірність виникнення відмов може сягати 18–22%. Трудові витрати на поточний ремонт можуть становити 65–70% і більше від усіх трудових витрат на підтримання автомобілів у працездатному стані. Значна тривалість усунення відмов призводить до зниження важливого експлуатаційного показника автотранспортного підприємства – коефіцієнта технічної готовності.

В даний час експлуатація автотранспортних засобів регламентується нормативно-технічною документацією, в якій не відображено місце діагностики за параметрами працюючого масла в структурі системи технічного обслуговування та ремонту, що свідчить про недостатню опрацьованість питання організації виробничих процесів у автотранспортних підприємств.

Протиріччя між прагненням підвищити ефективність експлуатації АТЗ за рахунок зниження тимчасових, виробничих та фінансових витрат шляхом підвищення інформативності діагностування, в основу якого покладено обґрунтування, розробка та впровадження оперативних методів контролю, з одного боку, та низьким рівнем знань про закономірності процесів формування діагностичних параметрів, що характеризують зміни технічного стану системи «агрегат – масло» електрофізичними методами контролю, з іншого боку, створює проблемну ситуацію. Таким чином, значне підвищення ефективності експлуатації автомобільного транспорту, за рахунок зниження тимчасових, виробничих та фінансових витрат при виконанні технічного обслуговування та ремонту на основі дослідження, наукового обґрунтування, розробки та застосування високопродуктивних електрофізичних методів контролю, діагностики технічного стану агрегатів АТЗ за параметрами працюючого масла є актуальною науковою проблемою, яка стримує прогрес у галузі.

Аналіз джерел та результатів огляду досліджень, з урахуванням виявлених протиріч, показав, що велика частка відмов агрегатів АТЗ, що мають замкнуті системи масла. Тому наукові розробки та практичні рекомендації, пов'язані зі своєчасним виявленням таких відмов, є актуальними та потребують вирішення цієї проблеми. В даний час не існує науково-обґрунтованої альтернативи масел, які можуть змінити роботу вузлів тертя. Тому вимоги, що пред'являються до масел в експлуатації, слід підтримувати на високому заданому рівні із застосуванням високоефективних методів контролю на базі інформації, закладеної в працюючому маслі.

Сучасні методи діагностики АТЗ, зокрема і методи контролю за параметрами працюючого масла, базуються на засобах діагностичного контролю, використання яких класифікуються за функціональними ознаками. Нами визначено, що класифікацію засобів технічного діагностування доцільно застосовувати як структурно ієрархічні моделі за групами з кодовим позначенням. Класифікація дозволяє кожен засіб діагностики характеризувати

аналітичним зв'язком групових кодів, що формують формулу, яка співвідносить цей засіб до його умов застосування.

Застосовувані при діагностуванні агрегатів АТЗ лабораторні фізико-хімічні та спектральні методи аналізу працюючих масел досить трудомісткі та вимагають створення спеціалізованих лабораторій. Це пов'язано зі значними капітальними та поточними витратами на утримання персоналу та витратні матеріали.

Альтернативою лабораторним методам є електрофізичні експрес-методи контролю працюючого масла, які значною мірою здатні знизити витрати на діагностику АТЗ. Однак, щоб підтвердити це припущення, необхідно провести комплекс теоретичних та експериментальних досліджень, які дозволять всебічно оцінити ефективність експрес-діагностики у виробничих умовах.

УДК 631.372: 62-97

РОЗРОБКА МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ І УПРАВЛІННЯ ТЕХНІЧНИМ СТАНОМ САМОХІДНИХ МАШИН

Є. І. КАЛІНІН, доктор технічних наук, професор
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»*

Р. М. ПЕТРОВ, аспірант
Г. І. ЧЕРЕВАТЕНКО, аспірант
Державний біотехнологічний університет, м. Харків
E-mail: petrovhntusg@gmail.com

Реалізація переваг планово-попереджувальної системи технічного сервісу за фактичним станом машин вимагала вирішувати завдання забезпечення централізованого ТО енергонасичених колісних тракторів тягового класу 3кН сучасними методами випробувань, контролю та діагностування складових частин тракторів та інших самохідних машин АПК.

Проте інженерне забезпечення АПК значно відставало від автотранспорту у нашій країні і закордоном. Реалізовані методи стаціонарних випробувань та комплекси методів діагностування складових частин енергонасичених колісних тракторів тягового класу 3кН із відповідним випробувальним, контрольним обладнанням були відсутні. Тому була потрібна розробка відповідних методів випробувань та комплексу методів контролю складових частин цих тракторів та інших машин.

Для вирішення поставлених завдань були деякі напрацювання за методами вантажних автомобілів та тракторів. Але пряме їх застосування контролю вихідних параметрів (сил тяги, гальм, витрати палива) низькошвидкісних енергонасичених колісних тракторів з високою силою тяги було неможливо.

Крім цього, був потрібний контроль працездатності гідросистеми навісного механізму тракторів. Усе це вимагало розробки нової методології випробувань, контролю за діагностичними параметрами машин.

На автотранспорті та в АПК не було приладів безперервних показань витрати пального у ДВЗ. Це вимагало розробки простих надійних витратомірів, що мають прийнятну точність вимірювань та придатних для виробництва на дослідних заводах АПК. Стояло завдання і забезпечення засобом і надійним методом ресурсного діагностування ЦПГ автотракторних ДВЗ. У перспективі стояли завдання програмної автоматизації контролю діагностичних параметрів машин на принципово новому підході та з підвищеною якістю, а також поглибленого діагностування, виявлення причин та запобігання несправностям агрегатів машин з хімотологічним та спектральним аналізом їх масел.

У сучасному стані МТП АПК постало також завдання використання простих методів та засобів підвищення триботехнічних властивостей моторних та інших масел їх модифікацією трибоскладами та електризацією.

Тому було поставлено завдання розробити необхідні методи для випробувань та контролю складових частин колісних тракторів та інших самохідних машин АПК, а також розробити методи поглибленого діагностування агрегатів машин, комплексом прийомів хімотології та спектрального аналізу масел та методи модифікації масел для підвищення їх трибологічних властивостей.

УДК 631.3.032

МЕТОД ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНО- ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ДІАГНОСТУВАННЯ НА ОСНОВІ ГЛУБОКИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

А. Т. ЛЕБЕДЄВ, доктор технічних наук, професор
Р. М. ПЕТРОВ, аспірант
Державний біотехнологічний університет, м. Харків
E-mail: petrovhntusg@gmail.com

Сучасний розвиток техніки супроводжується зростаючими вимогами до надійності функціонування складних об'єктів та систем. Виконання цих вимог забезпечується за допомогою контролю та технічного діагностування. Важливим фактором ефективності процесів контролю та діагностування є використання інформаційно-вимірювальних систем для обробки даних та автоматизації процесів контролю. Одним із напрямів технічного діагностування є використання інфрачервоної термографії для безконтактного та дистанційного отримання інформації про стан об'єкта. При цьому необхідно аналізувати складні теплові образи технічних станів, забезпечувати високу точність вимірювання термограм та

діагностичних параметрів, приймати рішення про технічне обслуговування об'єкта, що контролюється.

Незважаючи на значні досягнення у створенні систем технічного діагностування теплового стану об'єктів, існує необхідність у розвитку методів, моделей та алгоритмів використання нейронних мереж в інформаційно-вимірювальних системах для підвищення точності класифікації відмов, автоматизації процесу контролю, підтримки прийняття рішень про експлуатацію об'єктів.

Основне завдання дослідження – це необхідність оперативного та достовірного визначення технічного стану з використанням методів тепловізійного діагностування при утрудненому доступі до контрольованого об'єкта для виявлення непрацездатних та аварійних станів, дефектів та відмов при випробуваннях та штатній експлуатації.

Нами проведено аналіз існуючих інформаційно-вимірювальних систем тепловізійного контролю та діагностування, які використовують порівняльну термографію. Виявлено, що найбільше при діагностиці займає процедура порівняння виміряних термограм з еталонними зразками. Показано, що точність класифікації відмов в об'єкті контролю, яку виконує оператор-термографіст, недостатньо висока.

Підвищення якості діагностування по термограмам пов'язане з наявністю досить представницького набору еталонних термограм. Найчастіше відсутнє необхідне число реальних термограм, відповідних відмові об'єкта. Нами запропоновано використовувати модельні термограми, які отримують під час вирішення рівнянь теплообміну.

Для підвищення достовірності та оперативності контролю об'єктів у процесі їх експлуатації запропоновано метод інтелектуалізації інформаційно-вимірювальної системи діагностування на основі глибоких нейронних мереж.

УДК 621.436

ПІДВИЩЕННЯ ПІСЛЯРЕМОНТНОЇ ДОВГОВІЧНОСТІ АВТОТРАКТОРНИХ ДВИГУНІВ ЗАСТОСУВАННЯМ ТРИБОПРЕПАРАТІВ

А. Т. ЛЕБЕДЄВ, доктор технічних наук, професор
Р. М. ПЕТРОВ, аспірант
Державний біотехнологічний університет, м. Харків
E-mail: petrovhntusg@gmail.com

Нині понад 90% усіх механізованих робіт у сільському господарстві виконуються тракторами. Зношування основної техніки, яка більш ніж на 75...85 % виробила свій ресурс, і насамперед орних тракторів вітчизняного

виробництва, є причиною низької продуктивності праці, великої кількості відмов тракторів та інших машин після неодноразових ремонтів, а також причиною збільшення простоїв машин у полі, і, отже, до недобору та втрат сільгосппродукції.

Важливе місце у забезпеченні післяремонтної безвідмовності та довговічності ДВЗ займають обкатки: приремонтна технологічна та експлуатаційна. Через спотворення геометричних і точності параметрів корпусних (базисних) деталей, що надходять на складання, відсутності засобів контролю цих параметрів, а також низької якості запасних частин вже при технологічній обкатці двигунів (при їх ремонті) можуть виникати відмови через задири деталей в ресурсних сполученнях. Нерідко поява задирів і заклинювання деталей відбувається і в період експлуатаційної обкатки тракторів не лише через зазначені причини, а й через недотримання режимів обкатки.

Таким чином, актуальність у вишукуванні альтернативних способів підвищення якості ремонту, експлуатаційної обкатки та підвищення післяремонтної безвідмовності двигунів є очевидною.

В результаті аналізу вітчизняної та зарубіжної літератури встановлено, що виключити утворення задирів, прискорити обкатку і істотно підвищити післяремонтну довговічність і безвідмовність автотракторних двигунів імовірно можна, додаючи трибопрепарати в мастильні матеріали, як у період експлуатаційної обкатки, так і в період штатної експлуатації трактора.

Трибодобавки до моторних та інших масел відрізняються від численних присадок в маслах тим, що присадки «працюють» на масло, покращуючи експлуатаційні властивості масел, а триботехнічні склади «працюють» на метал, покращуючи експлуатаційні властивості робочих поверхонь деталей, причому ці трибопрепарати не реагують з маслами і не погіршують їхню якість.

УДК 629.07:629

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ САМОДІАГНОСТИКИ

А. Т. ЛЕБЕДЄВ, доктор технічних наук, професор

Р. М. ПЕТРОВ, аспірант

Державний біотехнологічний університет, м. Харків

E-mail: petrovhntusg@gmail.com

Рівень надійності вантажних автомобілів багато в чому визначає своєчасність та якість виконання транспортних функцій різних підприємств нашої країни. Транспортним засобом, що активно експлуатується під час вантажоперевезення, а також в інших сферах, є вантажні автомобілі МАЗ та

MAN. Напрацювання до капітального ремонту зазначених автомобілів може змінюватись у досить широких межах залежно від умов експлуатації та інших факторів. Отже, довговічність і ресурс, заявлений заводом-виробником, здебільшого реалізується далеко ще не повною мірою - надійність об'єктів є незадовільною. Збільшення показника напрацювання на відмову та напрацювання до капітального ремонту дозволить автомобілям додатково виконати значний обсяг робіт із транспортування вантажів. Отже виникає необхідність застосування механізмів оперативного контролю за технічним станом автомобіля в цілому.

У більшості випадків досягти заявленого ресурсу вантажним автомобілям не вдається, що безпосередньо пов'язане з несвоєчасним виявленням та усуненням несправності. Це призводить до збільшення швидкості зношування комплектуючих, і згодом до виникнення відмов різних груп складності. В основі технічної експлуатації рухомого складу тривалий час знаходиться планово-попереджувальна система технічного обслуговування та ремонту, яка не враховує фактичного стану транспортного засобу. Діагностування, що проводиться при цьому, в основному спрямоване на реєстрацію факту наявності несправностей, а не на попередження їх виникнення. Воно здатне зменшувати простої об'єктів з технічних причин, знизити витрати пального та запасних частин, витрати коштів на технічне обслуговування та ремонт, але не в змозі забезпечити попередження виникнення відмов та необхідну надійність.

Одним із рішень даної проблеми є моніторинг систем ТЗ безпосередньо у процесі їх експлуатації. Аналіз наявних на даний момент бортових систем контролю показав їхню недосконалість: незадовільна надійність, обмежена функціональність і сфера застосування, незручна і застаріла структура побудови, а також програмна архітектура. Необхідне створення бортової системи самодіагностики, що функціонує в рамках транспортного засобу як єдина інформаційна система, з можливістю її застосування на об'єктах різних марок, моделей, тягового класу тощо, а також позбавленої перелічених вище недоліків.

УДК 631.372:621

АНАЛІЗ АКТУАЛЬНОСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ КАРДАННИХ ШАРНІРІВ ШЛЯХОМ РОЗРОБЛЕННЯ СПОСОБІВ ЇХ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

Є. І. КАЛІНІН, доктор технічних наук, професор
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»*

Р. М. ПЕТРОВ, аспірант
Г. І. ЧЕРЕВАТЕНКО, аспірант
Державний біотехнологічний університет
E-mail: petrovhntusg@gmail.com

Ефективність роботи агропромислового комплексу країни значною мірою залежить стану його технічної бази та забезпеченості сучасною технікою. Технічний потенціал сільськогосподарської галузі значною мірою визначається рівнем функціонування технічного обслуговування машин.

Нині вітчизняними заводами випускається переважно морально застаріла техніка, що змушує сільськогосподарських товаровиробників використовувати спрощені технології, останнє пояснює суттєві втрати продукції. До того ж, нинішній технічний стан існуючого машинно-тракторного парку є головним стримуючим фактором технологічної модернізації галузі.

З іншого боку, придбання зарубіжної техніки сприяє реалізації переваг сучасних агротехнологій, у зв'язку з цим попит на цю техніку неухильно зростає. Закуповувана техніка характеризується різномарочністю як вітчизняного, так і зарубіжного виробництва. Це створює серйозні труднощі у сервісному обслуговуванні та забезпеченні запасними частинами, особливо після закінчення гарантійного періоду експлуатації.

Забезпечення працездатності особливо зарубіжної техніки зводиться, переважно, до заміни старих деталей новими, що зумовлює підвищення витрат за ремонт та зниження ефективності її використання.

У механічних приводах 80-90% сільськогосподарської техніки, у тому числі й імпортової, застосовуються карданні шарніри (КШ), що є одними з відповідальних елементів передавальних механізмів. В силу специфічної навантаженості та умов експлуатації КШ часто виходять з ладу, так як у кінематичних схемах включені послідовно з іншими елементами та передають весь потік потужності, що передається від двигуна.

Підшипникові вузли сучасних машин та технологічного обладнання знаходять досить широке поширення, що викликає необхідність їх удосконалення у сфері розвитку способів технічного обслуговування та ремонту. На сучасному етапі багато питань відмов підшипникових вузлів недостатньо опрацьовані, особливо це відноситься до підшипникових вузлів, що працюють в умовах хитання під навантаженням. Широке поширення таких вузлів відноситься до

карданних шарнірів на голчастих підшипниках, що застосовуються в тракторах як вітчизняного, і зарубіжного виробництва.

Багато виробників імпоротної техніки не приділяють належної уваги системі технічного обслуговування карданних валів, скорочуючи інтервали заміни їх шарнірів. Таким чином, вирішення завдання підвищення довговічності КШ залишається актуальним.

УДК 631.372

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОБОТОЗДАТНОСТІ ЗАКОРДОННИХ ТРАКТОРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗМІННО-ОБМІННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПРИ ТЕХНІЧНОМУ ОБСЛУГОВУВАННІ

Є. І. КАЛІНІН, доктор технічних наук, професор
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»*
Р. М. ПЕТРОВ, аспірант
Державний біотехнологічний університет
E-mail: petrovhntusg@gmail.com

Аналіз показав, що на даний час ринок тракторів сільськогосподарського призначення наповнили машини іноземного виробництва, які вже зарекомендували себе з кращого боку, порівняно з вітчизняними. Як з технічної, так і з технологічної точок зору. Посівні комплекси, сівалки, культиватори, обприскувачі та інші види техніки, як вітчизняного, так і імпортного виробництва, що експлуатуються в парі з тракторами, також зазнали конструктивних та технологічних змін, підлаштовуючись під розвиток та універсальність нових марок та моделей тракторів. Натомість виникла проблема відновлення працездатності цієї техніки, а якщо врахувати, що більша частина її парку прийшла на українські поля вже з деяким пробігом, то повторне використання машин та їх елементів може дати додатковий ефект.

Одним із важливих питань на всіх етапах еволюції системи технічного сервісу є забезпечення власників машин змінно-обмінними запасними частинами у гарантійний та післягарантійний період обслуговування. Нині реальний попит на змінно-обмінні елементи для імпоротної сільськогосподарської техніки належним чином не вивчається, а їх нормативні запаси, регламентовані заводами-виробниками, не відповідають потребам на місцях.

Тому розробка рекомендацій щодо вдосконалення технічного сервісу машин іноземного виробництва та підвищення якості їх обслуговування у сільському господарстві на основі забезпечення змінно-обмінними елементами

є актуальним завданням та неодмінною умовою ефективності сільських товаровиробників.

Практика показала, що внутрішнім резервом підвищення працездатності техніки іноземного виробництва є зменшення простоїв парку з допомогою усунення дефіциту запасних частин необхідної номенклатури. Власники техніки відчують постійну обмеженість змінно-обмінних елементів для заміни, а найчастіше змушені купувати їх за дуже завищеними сучасним ринком ціновими категоріями. Час простою якісно зібраних, працездатних у плані продуктивності, комфортних для операторів машин на практиці може бути розтягнутий до двох місяців, що викликає необхідність удосконалення існуючої системи забезпечення технічного сервісу техніки іноземного виробництва запасними частинами за номенклатурою та кількістю, залежно від їхнього ресурсу в зональних умовах експлуатації.

УДК 631.372

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ГІДРАВЛІЧНИХ СИСТЕМ ТРАКТОРНИХ ТРАНСМІСІЙ

А. Т. ЛЕБЕДЄВ, доктор технічних наук, професор
Р. М. ПЕТРОВ, аспірант
Державний біотехнологічний університет, м. Харків
E-mail: petrovhntusg@gmail.com

Поліпшення експлуатації, збільшення ресурсу тракторів, а також зниження витрат на передчасний ремонт можливе лише за умови використання сучасних методів та засобів технічного діагностування, що дозволяють перейти до системи ремонту за потребою.

Загалом з тракторів 55% відмов припадає на трансмісію. До основних несправностей відносяться знос шестерень, несправності в гідророзподільниках, перепускних та запобіжних клапанів та гідравлічних ліній.

Проаналізувавши існуючі методи діагностування гідромеханічної передачі (ГМП), можна сказати, що вони в основному орієнтовані на використання засобів зовнішнього стаціонарного діагностування з використанням складних, дорогих та дефіцитних стендів, що унеможливає використання даних методів діагностування у переважної більшості підприємств

Найбільш доцільним в ситуації, що склалася, є розробка нового методу діагностування ГМП з можливістю визначення технічного стану гідравлічних систем, приладова реалізація якого передбачає як можливість бортового

діагностування ГМП безпосередньо в дорожніх умовах, так і в умовах стаціонарного поста діагностики.

Ефективним способом вирішення проблеми підвищення рівня технічного стану тракторів є діагностування ГМП, як агрегату, що значною мірою визначає як техніко-експлуатаційні характеристики трактора, так і матеріальні та трудові витрати на його ТО та ремонт.

Існуючі методи та засоби як стаціонарного, так і бортового діагностування не в змозі забезпечити ефективне визначення технічного стану ГМП, тому що перші вимагають обов'язкової наявності стенду тягових якостей, що в сучасних умовах важко реалізувати, а другі визначають технічний стан лише електричних та електромеханічних елементів системи управління передачею і не можуть діагностувати гідравлічну систему ГМП.

Необхідна розробка нового універсального методу діагностування ГМП, що дозволяє визначати технічний стан гідравлічних систем ГМП як в дорожніх умовах, так і в умовах стаціонарного посту. Найбільш перспективні в цьому відношенні методи, що базуються на аналізі характеристик перехідного процесу під час перемикання передач.

УДК 631.305

ПРОБЛЕМАТИКА ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ

А. Т. ЛЕБЕДЄВ, доктор технічних наук, професор

Р. М. ПЕТРОВ, аспірант

Державний біотехнологічний університет, м. Харків

E-mail: petrovhntusg@gmail.com

Нормативно-технічна документація, що є однією з основних складових системи технічної експлуатації машин, у т.ч. і вантажних автомобілів, розосереджена в багатьох публікаціях. Визначені компоненти, зокрема, з технічного обслуговування та технічного діагностування вантажних автомобілів, постійно розвиваються та відповідно коригуються. З огляду на зазначені особливості оперування такою документацією, включаючи підбір та систематизацію її оновлених компонентів, становить значні складнощі, через що на практиці фахівці, по-перше, витрачають багато часу на оперування нормативно-технологічної документації і, по-друге, нерідко використовують застарілі або неповні комплекти документації. В останній ситуації, через складність та багатогранність операцій обслуговування вантажних автомобілів, можливі і зниження якості їх обслуговування, що нерідко спостерігається на практиці. Одним із шляхів усунення зазначених складнощів та вдосконалення організації ТО вантажних автомобілів є застосування комп'ютерних засобів для оперування

нормативно-технічною документацією у процесі безпосереднього виконання операцій обслуговування. Однак у цій сфері відсутні практично доступні прийоми та методи використання таких засобів. Тому розробка прийомів та методів технічного обслуговування вантажних автомобілів з використанням зазначених засобів є одним із актуальних завдань сучасної інженерної науки.

Виконання операцій технічного обслуговування вантажних автомобілів може бути вдосконалено застосуванням відповідних технологічних карток. Проте технологічні картки розроблені лише для деяких моделей автомобілів і не отримали широкого практичного застосування. Операції технічного діагностування дуже ефективні у процесі технічного обслуговування вантажного автомобіля. Проте із-за широкого спектра їх застосування в технічній експлуатації машин вони поки що не отримали тісного взаємозв'язку з операціями ТО, тобто. явно не вписані у процеси ТО. Ще одним прийомом удосконалення технічного обслуговування вантажного автомобіля є реалізація методу прогнозування параметрів стану агрегатів та вузлів вантажного автомобіля за результатами технічної діагностики. Через значну трудомісткість і складність обчислень з прогнозування, відсутності систематизованих даних щодо реалізації, метод також не отримав практичного застосування.

З викладеного сформульовано висновок про те, що одним із шляхів удосконалення організації виконання операцій ТО та технічної діагностики є використання повного комплексу інтегрованої електронної документації, а також засобів індивідуалізованого прогнозування.

УДК 621.22

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВІБРАЦІЙ НА РОБОТУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

І. В. КОЛЕСНИК кандидат технічних наук

Ю. І. КОЛЕСНИК аспірант

Державний біотехнологічний університет, м. Харків

Ю. Ю. КОЗЛОВ інженер I категорії

Харківська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, м. Харків

E-mail: ivankolesnik89@gmail.com

Імпульсна і вібраційна техніка, завдяки можливості концентрувати енергію в часі, знаходить все більше практичне застосування. У сільськогосподарській техніці поряд з можливістю широкого використання вібрацій для удосконалення таких технологічних процесів, як обмолот, сепарування різних сипучих сумішей, вібротранспортування і інші, великий науковий і практичний інтерес представляє застосування вібрацій на ґрунтообробних знаряддях. Можна очікувати, що успішне вирішення цієї

проблеми дозволить на 30-40% знизити витрату енергії на оранку і в стільки ж разів підвищити продуктивність праці на цій операції. У перерахунку на весь обсяг орних робіт, виконуваних в нашій країні, це дало б економію енергії. Крім того, більш раціональне використання потужності за рахунок зниження тягового опору плугів дозволило б переглянути типаж сільськогосподарських тракторів в сторону зменшення кількості важких тракторів, а також відкрило б ряд інших корисних можливостей.

Не випадково до цього питання прикута зараз увага багатьох науково-дослідних організацій як в нашій країні, так і за кордоном. Однак більшість опублікованих робіт з цього питання свідчить про прагнення вирішити завдання спрощеним, чисто конструкторським шляхом, без попереднього вивчення загальної картини явища.

Дослідження, результати якого тут викладаються, мали на меті з'ясувати фізичні основи впливу вимушених коливань на тяговий опір ґрунтообробних робочих органів, а також знайти оптимальні методи конструювання віброуючих ґрунтообробних органів.

На першому етапі дослідження велося в автоматизованому ґрунтовому кюветі з найпростішими моделями. Автоматизований кювет дозволив при високій точності одночасно заміряти режими вібрації, тягову потужність і додаткову потужність, що йде на вібрацію.

Модель робочого органу, з яким проводилася основна частина експериментів, представляла собою найпростіший симетричний клин.

Типове для всіх дослідів розташування кривих показує залежність між тяговою потужністю і поступальною швидкістю для робочого органу, який не піддається вібраціям.

Розкриті дослідями залежності зводяться до наступного.

1. Крутизна кривої 1, характеризується відношенням $\frac{dN}{dv}$, зростає разом зі збільшенням v . На крутизну цієї кривої впливає щільність ґрунту. На ущільненому піску при інших рівних умовах крутизна більше.

2. Вібрація робочого органу також збільшує крутизну тягової характеристики. Причому на малих швидкостях поступального руху криві 2, 3 і 4 проходять нижче кривої 1, а потім перетинають її або мають явну тенденцію до такого перетину за межами графіка.

3. З підвищенням частоти вібрацій перетин кривих відбувається при великих швидкостях.

4. Збільшення амплітуди вібрацій дає в основному той же ефект.

5. Напрямок коливань не байдуже. При вібрації крил зміна амплітуди позначається різкіше і перетин кривих, зазначене, настає швидше.

6. Аналіз закономірностей, які висловлюються кривими тягової потужності, дозволяє зробити загальний висновок про те, що повідомлення робочому органу вимушених коливань на малих швидкостях руху помітно знижує потребу в тяговій потужності; зі збільшенням поступальної швидкості це зниження зменшується; при перетині кривих його немає зовсім. Після

перетину проявляється зворотний ефект, тобто вібрація викликає збільшення тягового опору.

Приведені експериментальні криві, що характеризують залежність між поступальною швидкістю і економією потужності у відсотках для циклу без додаткового ущільнення. Як видно, більшість кривих спочатку різко прагне до максимуму, який відповідає поступальній швидкості $v = 0,2 - 0,3 \text{ м/сек}$. Перейшовши максимум, кілька менш круто, криві знижуються і при швидкостях $v = 0,6 - 1,0 \text{ м/сек}$ переходять в область, де має місце перевищення, а не економія тягової потужності.

Для пояснення виявленої закономірності в перетині кривих тягової потужності, отриманих при вібрації і без вібрації, нами було введено поняття «довжини хвилі вібрації λ ». За аналогією з загальноприйнятим визначенням довжини хвилі, під λ мається на увазі шлях, на який просувається вперед робочий орган за один період коливання, тобто $\lambda = \frac{v}{\omega}$, де v поступальна швидкість і ω частота коливань.

Якщо на отриманих експериментальних кривих відкласти точки для рівних довжин хвиль вібрації (наприклад, для 0,5 см, 1 см, 2 см і т.д.) і з'єднати їх між собою, то виявляється, що отримані лінії мають досить закономірне розташування як відносно один одного, так і відносно кривої потужності, побудованої для випадку відсутності вібрацій.

Щоб пояснити характер цієї закономірності, звернемося ще раз до типового графіку, представленому на рис. 1. Для ліній рівних довжин хвиль вібрацій, завданих пунктиром, характерно наступне.

1. При малих поступальних швидкостях вони близькі до прямих.
2. Зі збільшенням поступальної швидкості кут нахилу до осі абсцис і крутизна цих ліній зростає.
3. З наближенням до кривої тягової потужності без вібрації лінії рівних довжин хвиль майже збігаються з нею.
4. При ще більшому збільшенні поступальної швидкості кут нахилу і крутизна ліній рівних довжин хвиль продовжують збільшуватися за тим же законом.

Чітка закономірність в розташуванні ліній рівних довжин хвиль вібрації вказує на існування цілком певних зв'язків між запропонованим критерієм «довжина хвилі вібрації» і тягової потужністю не тільки при вимушених коливаннях, а й для звичайного руйнування ґрунту не вібріруємої робочим органом.

УДК 631.3.076

ПОРІВНЯННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПОВОРОТІВ, РОЗРАХОВАНИХ З УРАХУВАННЯМ І БЕЗ УРАХУВАННЯ ЗМІННОСТІ РАДІУСІВ КРИВИЗНИ

І. В. КОЛЕСНИК кандидат технічних наук

Ю. І. КОЛЕСНИК аспірант

Державний біотехнологічний університет, м. Харків

Ю. Ю. КОЗЛОВ інженер I категорії

Харківська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, м. Харків

E-mail: ivankolesnik89@gmail.com

При розрахунках показників поворотів з постійним радіусом кривизни замість дійсного мінімального радіуса (що досягається за умовами повороту трактора і причіпного знаряддя) зазвичай приймають половину відстані, на якому агрегат може розвернутися, тобто фактично $x_c(1)$ - при безпетльовому (дугообразном) повороті або $x_c(1) + y_c(1)$ - при безпетльовому (з прямолінійною ділянкою) повороті.

Крім того, вважається, що до початку повороту необхідно витягнути агрегат на поворотній смузі на всю довжину від лінії центру агрегату (для колісних тракторів - від осі ведучих коліс) до останнього робочого органу. Це відстань називають довжиною виїзду e або кінематичної довжиною агрегату l .

Насправді, в зв'язку з тим, що агрегат повертається з поступовим, а не миттєвим переходом від $\rho \approx \infty$ до $\rho = R$, немає потреби витягувати до початку повороту агрегат на всю довжину l . Як правило, фактична довжина виїзду (забезпечує рух агрегату з відхиленням робочих органів в межах допуску), не перевищує $e = (0,5-0,7)l$, а в ряді випадків (при вузькозахватних агрегатах, що мають малий радіус R) і зовсім не потрібно.

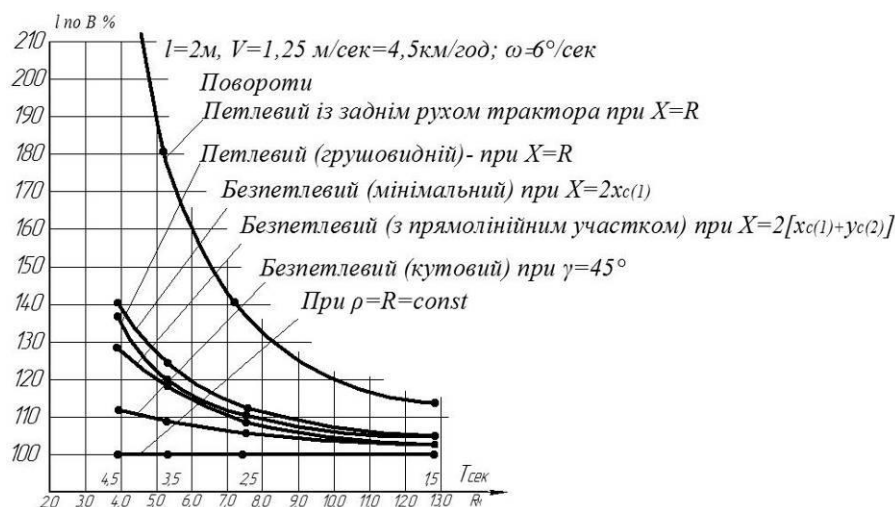


Рисунок 1 – Довжина шляху повороту при обліку змінності радіуса кривизни в % від $L_{нов}$ при $\rho = R = const$.

Все це призводить до того, що розрахунки $L_{нов}$ і E_{min} без урахування змінності радіусів (при завищених R і e) дають величини, які набагато перевищують (на 40 - 60%) фактичні. Якщо ж взяти до уваги дійсні R і e , величини вийдуть меншими, ніж фактичні, так як не враховується довжина шляху повороту і необхідна ширина поворотної смуги внаслідок змінності радіуса кривизни траєкторії.

Користуючись виразами, довжина шляху $L_{нов}$ і ширина поворотної смуги E_{min} для всіх видів поворотів можуть бути виражені через мінімально допустимий радіус повороту R .

Таблиця 1 – Значення шляху повороту $L_{нов}$ в залежності від радіуса повороту R (без урахування довжини виїзду e)

Види поворотів	При $\rho = \text{var } ia$	При $\rho = R_{const}$
Безпетльові (з додатковим круговим ділянкою): дугового (мінімальний)	$\pi R + \frac{vL}{\omega R} \left(1 - \frac{L^2}{6R^2} \right)$	πR
з прямолінійною ділянкою	$X + (\pi - 2)R + \frac{vL}{\omega R} \left[1 - \frac{L^2}{6R^2} \left(1 + \frac{v}{2\omega L} \right) \right]$	$X + (\pi - 2)R$
кутовий	$2R\gamma + \frac{vL}{\omega R} \left(1 - \frac{L^2}{6R^2} \right)$	$2R\gamma$
кутовий (при $\gamma = 45^\circ$)	$1,57R + \frac{vL}{\omega R} \left(1 - \frac{L^2}{6R^2} \right)$	$1,57R$
Петльові грушоподібні: з додатковим круговим ділянкою	$\pi R + 7 \frac{vL}{\omega R} - \frac{5vL^3}{2\omega R^3} + \frac{2\omega R^2}{3vL} \left(R - \frac{x}{2} \right)$	
повний	$\pi R + \frac{7vL}{\omega R} - \frac{5vL^3}{2\omega R^3}$	$\pi R \left(3 - \frac{1}{45} \right) \times \arcsin \frac{2R + X}{4R}$
неповний	$\pi R + \frac{vL}{\omega R} \left(1 - \frac{L^2}{6R^2} \right) + \frac{2vL^2}{3\omega R} \left(R - \frac{x}{2} \right)$	
З заднім ходом агрегату: з прямолінійним ходом	$(\pi + 2)R - X + \frac{3Lv}{\omega R} + \frac{L^2v^2}{12\omega^2 R^3}$	$(\pi + 2)R - X$
З криволінійним ходом	$\pi R + \frac{3vL}{\omega R} - \frac{vL^3}{2R^3}$	πR

Це дозволяє порівняти розрахункові величини (при обліку змінності радіусів) з величинами, розрахованими за умови $\rho = R = const$.

У табл. 1 наведені для порівняння величини $L_{пов}$ (без урахування довжини виїзду агрегату e), розраховані при $\rho = var$ і $\rho = R = const$ в залежності від радіуса повороту R .

УДК 629.425-049.32

МОНІТОРИНГ ОСНОВНИХ ФАКТОРІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ РЕМОНТУ ДВИГУНІВ

О. М. БИСТРИЙ, ст. викладач,

А. В. НОВИЦЬКИЙ, к.т.н., доцент,

О. М. КОШЕЛЬ, студент магістратури

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: novytskyu@nubip.edu.ua, anbystry@ukr.net

Найважливішою складовою забезпечення ефективності роботи та надійності двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) мобільних енергетичних засобів (МЕЗ) є формування якості ремонту [1, 3, 7]. Головними завданнями технології ремонту машинобудівної продукції є виявлення і відновлення експлуатаційних показників якості [4, 5], які частково або повністю були втрачені внаслідок зношування та інших видів пошкоджень окремих деталей, складальних одиниць і механізмів [1, 2, 6]. Важливе значення надається дослідженню впливу експлуатаційних факторів на технічний стан сільськогосподарської техніки [2, 6].

За результатами аналізу літературних джерел та сучасних досліджень встановлено, що 80% випуску неякісної продукції пов'язано всього із 20 відсотками всіх можливих причин.

Схематично технологічний процес ремонту ДВЗ МЕЗ можна представити у вигляді причинно-наслідкових факторів (рис. 1), які тісно взаємопов'язані між собою та забезпечують в кінцевому результаті відповідний рівень якості кінцевої машинобудівної продукції.

Перший етап формування якості розпочинається із технічного стану об'єкту ремонту. Другою важливою складовою є технологія в яку потрапляє об'єкт ремонту. Технологічні процеси повинні виконуватися на відповідному технологічному обладнанні із застосуванням різноманітних пристосувань, при наявності відповідної нормативної документації.

Розміщення технологічного процесу в просторі та часі виконується на відповідному організаційному рівні. Важливе місце має якість запасних частин та ремонтних матеріалів [4, 5].

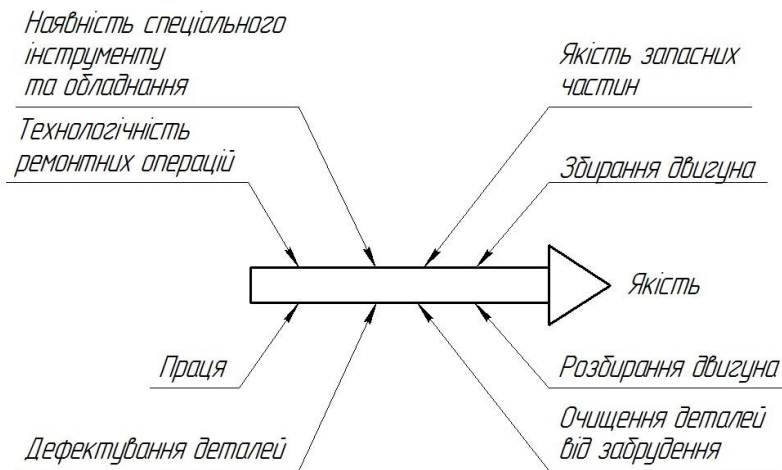


Рис. 1. Діаграма наслідкових причин що спричиняють брак виробу у машинобудуванні

Окремим пунктом слід розглядати питання навчання персоналу та професійно важливі якості працівників [4, 5]. Невід'ємною складовою є дотримання вимог праці та техніки безпеки.

Основними особливостями технології ремонту ДВЗ в спеціалізованих цехах є :

- наявність у виробничому циклі ремонту технологічних операцій: мийки, очищення двигуна в цілому та деталей (багатостадійного миття та очищення), а також дефектування та відновлення;
- проведення конструктивно-технологічної модернізації окремих елементів з метою забезпечення необхідного ресурсу після ремонту (92-96% від ресурсу нових);
- розширення граничних відхилень на розміри, форму та взаємне розташування деталей, особливо в тих випадках, коли деталі направляють після дефектування на комплектацію без їх відновлення і т.д.

Список використаних джерел

1. ДСТУ 2925 - 94. Якість продукції. Оцінювання якості.
2. ДСТУ 2861-94. Надійність техніки. Аналіз надійності. Основні положення. Видання офіційне. Держстандарт України. Київ. 16 с.
3. ДСТУ ISO 9000 - 2001. Системи управління якістю. Основні положення та словник.
4. ДСТУ ISO 9001 - 2001. Системи управління якістю. Вимоги.
5. ДСТУ ISO 9004 - 2001. Системи управління якістю. Настанови щодо поліпшення діяльності.
6. 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.
7. Новицький А.В., Бистрий О.М. 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.

УДК 631.173

МОНІТОРИНГ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТВАРИННИЦЬКОЇ ГАЛУЗІ МАШИНАМИ ТА ОБЛАДНАННЯМ

О. М. ПОГОРІЛА, викладачка
ВСП «Ірпінський ФК НУБіП України»

Успішне і ефективне ведення тваринницької галузі в Україні залежить не лише від наявного в агрофірмах, фермерських господарствах та приватних підприємствах поголів'я худоби, ведення селекційно-племінної роботи, забезпеченості кормами, але й технічного та технологічного забезпечення технікою. Ситуація, яка склалася в нашій державі у зв'язку з недостатнім рівнем забезпечення аграрних підприємств машинами, а також високим рівнем зношеності значної частини техніки для тваринництва, вимагає відповідного методичного підходу до її оцінки та ефективності використання. Для реалізації поставленого завдання необхідно провести моніторинг забезпеченості технічним і технологічним обладнанням тваринницької галузі.

З цією метою можна скористатись інформацією про зміст та функції моніторингу в різних галузях економіки, яка представлена в наступних наукових дослідженнях [1, 2]. Виходячи із зазначеного, моніторинг забезпеченості технічним і технологічним обладнанням – це система спостережень за станом обладнання. Моніторинг здійснюється з допомогою збирання, обробки, збереження, передавання та аналізу інформації, формування висновків і пропозицій про стан машин та обладнання.

Для ефективного розвитку тваринництва важливе значення має забезпеченість галузі технікою, узгодженість її кількості з поголів'ям худоби та показниками виробничої діяльності. Для прикладу проведемо моніторинг забезпеченості молочного скотарства машинами та обладнанням, використавши наступні індикатори (таблиця) [3].

Стан технічного забезпечення аграрних підприємств, включаючи галузь тваринництва, у 2017-2019 роках значно погіршився. Динаміка скорочення парку основних машин на тваринницьких фермах за останні роки свідчить про постійне зменшення кількості роздавачів кормів, очищувачів-охолоджувачів молока та транспортерів для прибирання гною. Кількість машин і механізмів для приготування кормів практично не змінилась. Виняток становлять доїльні установки та апарати, кількість яких у 2019 року зросла 9533 до 10086 штук. Кількісне і якісне зменшення парку машин та обладнання для молочного

скотарства призводить до збільшення навантаження на техніку та інтенсивного зносу техніки.

Виходячи з аналізу представлених матеріалів, можна сформулювати основні вимоги до машин та обладнання.

Таблиця 1

Основні індикатори для моніторингу показників ефективності та забезпечення молочного скотарства технікою

Показники	Одиниці виміру	Роки		
		2017	2018	2019
Виробництво молока, усього	тис. т	10280,5	10064,0	9663,2
Поголів'я великої рогатої худоби	тис. голів	3530,8	3332,9	3092
У тому числі корів	тис. голів	2017,8	1919,4	1788,5
Доїльні установки та апарати	шт.	9533	9533	10086
Очищувачі-охолоджувачі молока	шт.	2865	2865	2555
Роздавачі кормів	шт.	5547	5547	5040
Машини і механізми для приготування кормів	шт.	4048	4048	4046
Транспортери для прибирання гною	шт.	14600	14600	11958

Технічні вимоги включають: підвищення багатфункціональності та продуктивності техніки; дотримання вимог технічного обслуговування і ремонту машин і обладнання, забезпечення вимог до зберігання машин.

Технологічні вимоги передбачають: впровадження сучасних технологій, які забезпечують виконання всього комплексу робіт в найкоротші терміни; підвищення коефіцієнту надійності технологічного процесу та коефіцієнту використання робочого часу; розширення застосування технологій дистанційного керування і контролю за роботою техніки; забезпечення техніки безпеки під час роботи машин і обладнання; постійне навчання обслуговуючого персоналу.

Використання представленого методичного підходу до моніторингу стану забезпечення тваринницької галузі машинами та обладнанням є ефективним напрямом підвищення ефективності використання техніки.

Список використаних джерел

1. Новицький А. В., Ружи́ло З. В. Моніторинг забезпечення молочного скотарства машинами та обладнання. Науковий журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів». Харків. 2014. Вип. 1 С. 56–63.

2. Новицький А. В., Банний О. О. Надійність сільсько-господарської 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. Сільське господарство України Agriculture of Ukraine статистичний збірник statistical yearbook. 2017, 2018, 2019.

http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2019/zb/09/Zb_sg_2018%20.pdf

ЗМІСТ

стор.

Секція 1 «Надійність і ремонт технічних систем»

Забезпеченість ґрунтообробною технікою агропромислового комплексу та конструктивні особливості робочих органів ґрунтообробних машин <i>К.В. Борак</i>	8
Матеріально-технічне забезпечення сільського господарства України <i>О. В. Захарчук</i>	11
Експериментальна перевірка засобів визначення вільного ходу рульового колеса на функціонування <i>О. О. Банний, Я. О. Кльова</i>	14
Особливості діагностування підшипників маточин коліс автомобілів <i>В. М. Боровський, В. Л. Куликівський</i>	16
Визначення технологічних властивостей деталей зміцнених методами поверхневого пластичного деформування <i>В. Л. Куликівський</i>	18
Основні дефекти чавунних колінчастих валів та способи їх усунення <i>О. О. Банний, А. Д. Буштаренко</i>	20
Використання теорії сенситивів для оцінки показників надійності машин і механізмів <i>В. В. Аулін</i>	22
Підвищення надійності сільськогосподарських автономних платформ (агророботів) <i>О. Д. Деркач, Є. М. Михайліченко, Д. О. Макаренко, Є. С. Муранов, О. Ю. Глушко, О. М. Моргун</i>	26
Сучасна інженерна аграрна освіта в Україні - стан, тенденції, реалії та перспективи <i>А. Г. Дем'яненко, В. О. Гурідова, Д. В. Ключник</i>	29
Принципи оцінки якості технічних виробів <i>М. М. Денисенко, Ю. І. Ревенко</i>	33
Експертна оцінка рівня якості продукції <i>В. О. Ясінський, Ю. І. Ревенко</i>	35
Методика оцінення стану граничного накопичення втомної пошкодженості високонавантажених елементів конструкцій мобільної сільськогосподарської техніки <i>О. В. Войналович, Г. Г. Писаренко, А. М. Майло, С. Г. Писаренко</i>	38
Дослідження формування параметрів якості поверхневого шару деталей <i>О. В. Баранова, П. М. Полянський</i>	40

Дослідження впливу температурних показників на поглинання нафтопродуктів сорбентами різного походження <i>М. Ф. Калівошко</i>	43
Характеристика робочих органів дискових ґрунтообробних машин, особливості їх зношування та формоутворення в процесі експлуатації <i>І. Г. Грабар, Н. О. Антонюк</i>	45
Людський фактор як причина виробничого травматизму працівників <i>Є. І. Марчишина</i>	49
Класифікація дорожніх фрез та характер зношування їх різців <i>О. В. Тіхонов, І. М. Рибалко, В. С. Гобиш</i>	52
Електрошлакове наплавлення поверхонь виробів композиційними зносостійкими домішками <i>А. В. Захаров, І. М. Рибалко</i>	55
Розробка ANDROID застосунку для перетворення табличного представлення з метою спрощення роботи з таблицями на смартфонах чи пристроях з низькою роздільною здатністю <i>П. М. Мальченко, Г. О. Іванов</i>	58
Використання статистичних даних та систем прийняття рішень для зниження рівня заборгованості студентів <i>П. М. Мальченко, Г. О. Іванов</i>	60
Про одиничні показники надійності льонозбиральних комбайнів <i>А. С. Лімонт</i>	62
Перспективні методи відновлення і зміцнення деталей сільськогосподарських машин <i>С. М. Герук</i>	65
Дослідження деяких властивостей моторних олив <i>Д. О. Макаренко, М. М. Івашкович, П. М. Гальчанський</i>	69
Дослідження та використання силікато-фулеренових складів «Мегафорс» для поверхонь тертя технічних систем <i>О. Д. Деркач, О. С. Кабат, Б. Г. Харченко, Г. Я. Міщенко</i>	70
Оцінка надійності засобів для приготування і роздавання кормів та рекомендації по забезпечення їх працездатності <i>А. В. Новицький</i>	71
Вплив сучасних механізмів газорозподілу на паливну економічність ДВЗ <i>С. І. Топчій</i>	74
Особливості обслуговування газобалонного обладнання транспортних засобів <i>О. М. Кириченко</i>	78
Підвищення надійності шатунів двигунів ЯМЗ <i>В. А. Сиволапов, Н. С. Юрченко</i>	80
Шляхи підвищення надійності машин і агрегатів <i>О. О. Труханська</i>	82

Експрес-діагностика якості розпилення палива дизельними форсунками лазерним анеометром <i>В. Ф. Анісімов</i>	84
Відновлення валу ротора турбокомпресора методом електроіскрового нанесення покриттів <i>О. Д. Мартиненко</i>	86
Обґрунтування конструкції знімача для оптимізації процесів демонтажу підшипників <i>В. І. Рис</i>	89
Математичний апарат інженера-дослідника <i>М. Я. Ружило</i>	92
Проектування змісту професійної підготовки бакалаврів із транспортних технологій аграрного спрямування <i>О. А. Дьомін</i>	94
Система та технології об'ємного зображення <i>А. А. Троц, З. В. Ружило, О. О. Банний, Ю. І. Ревенко, О. М. Бистрий, Ю. І. Лисіков</i>	95
Підвищення довговічності наральникових сошників <i>І. С. Харьковський, Б. В. Литвинчук, А. В. Новицький, Є. О. Осадчий</i>	98
Оцінка технічного стану гідравлічних циліндрів сільськогосподарської техніки <i>А. В. Новицький, Ю. І. Ревенко, О. М. Пащинський</i>	100
Оцінка технічного стану робочих органів культиваторів <i>В. Г. Воцан, А. В. Новицький</i>	102
Регулятор -запірний клапан <i>А. А. Троц, З. В. Ружило, О. О. Банний, Ю. І. Ревенко, О. М. Бистрий, А. А. Засулько</i>	104
Землерийно-транспортні машини на будівельному майданчику <i>В. М. Бакуліна, І. Ю. Ігнатенко</i>	106
Розвиток фільтрувальних систем: фільтри салону мобільних енергетичних засобів <i>А. В. Новицький, В. О. Ясінський, Р. В. Бащук, Є. В. Лавріненко</i>	109
Елементно-модульна система технічного обслуговування сільськогосподарської техніки <i>В. В. Аулін, О. М. Лівіцький, А. В. Гриньків</i>	111
Інформаційно-логістичний підхід забезпечення належного технічного рівня мобільної сільськогосподарської техніки <i>В. В. Аулін, А. О. Головатий, А. В. Гриньків</i>	115
Підвищення довговічності рухомих спряжень систем і агрегатів сільськогосподарських машин полімерними композитними матеріалами з високомодульними наповнювачами <i>В. В. Аулін, А. В. Гриньків, С. В. Лисенко, О. М. Лівіцький</i>	118
Роль еквідистантності спряжень деталей машин в їх припрацюванні <i>В. В. Аулін, А. Є. Чернай, А. В. Гриньків</i>	122

Порівняльний аналіз оцінки надійності і ефективності технічних та транспортних систем <i>Д. В. Голуб</i>	126
Кіберфізичні основи створення ефективної системи технічного сервісу машин <i>А. В. Гриньків</i>	130
Підвищення довговічності транспортних машин трибологічною ефективністю рухомих спряжень деталей з мастильним середовищем <i>С. В. Лисенко</i>	133
Секція 2 «Прикладна механіка»	
Дослідження стійкості руху гичкозбиральної машини <i>В. М. Булгаков, О. О. Дубровіна</i>	138
Поперечні коливання коренеплоду у ґрунті з врахуванням його пружнодемпфуючих властивостей <i>І. В. Головач, Д. С. Момотюк</i>	141
Теоретичне обґрунтування параметрів розподільника вороху картоплезбиральної машини <i>З. В. Ружило, М. А. Андрієвська</i>	144
Результати дослідження локальних коливань на рукоятках ручного віброударного струшувача плодів і його безпечності для працівників <i>О. М. Крупич, С. О. Крупич, В. І. Днесь, В. І. Скібчик</i>	147
Пристрій для захоплення зубків часнику ланцюгово-плунжерного садильного апарата <i>Я. В. Семен, О. М. Крупич, В. І. Скібчик, С. О. Крупич</i>	150
Визначення умови працездатності адаптера для поділу кореневищ міскантусу на частини та ризоми <i>В. Г. Присяжний, І. К. Каспрович</i>	153
Результати експериментальних досліджень гичкозбирального машинно-тракторного агрегата <i>Є. І. Ігнат'єв</i>	155
Рух частинки різаної стеблової маси по площині лопатки прискорювача кормозбирального комбайна <i>В. В. Максименко</i>	157
Секція 3 «Надійність технологічних систем у тваринництві»	
Методи і методика проведення діагностичних досліджень стану щільних гідравлічних розпилювачів для хімічного захисту рослин <i>В. І. Мельник, М. Л. Шуляк, К. Г. Сировицький</i>	161
Техніка для інтенсивного застосування органічних добрив <i>В. І. Мельник, О. А. Романащенко</i>	164

Функціональні зв'язки між об'ємом угідь, виробничою програмою і потребою господарства в техніці	
<i>В. І. Мельник, С. А. Чигрина</i>	167
Поточні тенденції та заходи щодо підвищення рівня безпеки дорожнього руху	
<i>К. О. Кисилічина, І. О. Колосок</i>	171
Бажані і емпірично обґрунтовані завдання із скорочення дорожнього травматизму	
<i>В. В. Краснощок, І. О. Колосок</i>	173
Транспортна складова у собівартості аграрної продукції	
<i>В. І. Мельник, О. В. Щербак</i>	174
Новітні методи післязбиральної обробки зерна	
<i>Ю. А. Полевода</i>	176
Робочі органи та параметри ґрунтообробних фрезерних машин	
<i>І. Г. Грабар, В. В. Булавко</i>	179
Features of occupational hygiene during mechanized works in plant production	
<i>Ye. I. Marchyshyna</i>	183
Ensuring protection and safety requirements during the 2022 spring sowing campaign	
<i>Ye. I. Marchyshyna</i>	185
Аналіз конструкції картоплюзбиральних машин	
<i>Р. С. Грудовий, Н. О. Антонюк</i>	187
Modern technical strategies and applied solutions for agricultural weeding robots	
<i>S. Prikhodko</i>	189
Енергетична ефективність процесу збирання побічної продукції кукурудзи та соняшнику	
<i>А. Я. Кузьмич</i>	191
Адаптація зернозбирального комбайна як об'єкт моделювання	
<i>С. В. Смолінський</i>	193
Технічні та технологічні особливості збирання картоплі мінітехнікою	
<i>С. В. Смолінський, Р. В. Майстренко</i>	195
Науковий супровід вирощування органічних сільськогосподарських культур	
<i>І. Ф. Савченко, П. А. Рихлівський</i>	197
Обґрунтування способу обробітку ґрунту	
<i>О. О. Коновал</i>	198
Нові виклики часу – технологія STRIP-TILL	
<i>К. В. Васильковська, І. А. Андрієнко</i>	200
Математичне моделювання процесу відокремлення домішок в криволінійному каналі жалюзійної системи сепаратора	
<i>С. П. Степаненко</i>	202

Обґрунтування конструкції та функціональної схеми пневмодвигателевого розсівального робочого органу машин для внесення твердих мінеральних добрив	205
<i>В. Б. Онищенко, І. М. Береговий</i>	
Обґрунтування конструкції відцентрового розподільника машин для внутрішньогрунтового локального внесення твердих мінеральних добрив	207
<i>В. Б. Онищенко, А. О. Дубовецький, В. В. Ратушний</i>	
Дослідження роботи роторного картоплекопача	209
<i>В. В. Теслюк, С. С. Войтович, М. І. Ікальчик</i>	
Дослідження параметрів дообрізчика гички коренеплодів	211
<i>В. В. Теслюк, В. В. Мащенко, В. М. Барановський</i>	
Аналіз використання безпілотних літальних апаратів в аграрній сфері	213
<i>Д. І. Великоіваненко, О. А. Марус</i>	
Схематизація моделювання перехідних процесів динамічної моделі двигуна внутрішнього згорання сільськогосподарської машини	215
<i>О. В. Надточій</i>	
Mobile kit for determination of grain losses of direct combination	218
<i>I. L. Rogovskii</i>	
Technical standards of european union assessment of qualitative performance indicators of self-propelled sprayers	221
<i>I. S. Liubchenko</i>	
Алгоритм перевірки статистичних даних на унімодальність виробничих процесів відновлення працездатності машин для лісотехнічних робіт	224
<i>Л. Л. Тітова</i>	
Режимність інженерного менеджменту реєстрації електропровідних властивостей ґрунту	227
<i>І. М. Сівак</i>	
Методика оцінки соціально економічних втрат від дорожньо-транспортних пригод	231
<i>Ю. В. Шатківська, В. І. Мельник</i>	
Екологізація транспортних процесів у агросфері як складова «зеленої» економіки	233
<i>Т. С. Жураковська, В. І. Мельник</i>	
Фактори формування ТДК України	234
<i>К. О. Кисилічина, В. І. Мельник</i>	
Секція 4 «Надійність технологічних систем у тваринництві»	
Удосконалення дійкової гуми для доїння ВРХ	237
<i>В. С. Хмельовський, М. М. Покидько</i>	
Методологічні аспекти оцінювання ризиків травматизму на підприємствах АПК	239
<i>Є. І. Марчишина</i>	

Особливості вакуумного сушіння насіння зернобобових культур на прикладі сої	
<i>В. О. Швидя</i>	242
Обґрунтування форми будівлі для промислового утримання кіз	
<i>В. С. Хмельовський</i>	244
Оцінка впливу електростатичного поля на показники якості яєць зернової молі	
<i>Г. А. Голуб, О. А. Марус</i>	246
Шляхи покращення показників роботи вакуумних насосів доїльних установок	
<i>А. К. Автухов</i>	248
Конструкційні особливості горизонтального циліндричного реактора для виробництва біогазу	
<i>Г. А. Голуб, О. А. Марус, Т. В. Голуб</i>	250
Огляд сушарок для щадного сушіння сільськогосподарських матеріалів	
<i>В. О. Швидя, О. О. Коновал</i>	252
Роботизовані засоби для підгортання кормів на фермах ВРХ	
<i>С. Є. Потапова</i>	254
Ефективність використання комбінованого агрегату для приготування та роздавання кормосуміші на козиній фермі	
<i>О. О. Заболотько, І. А. Трембовецька</i>	257
Продуктування органічних добрив на тваринницькій фермі	
<i>О. О. Заболотько, Д. І. Малига</i>	259
Дослідження технологічного процесу гранулювання кормів	
<i>С. П. Тримбач, С. П. Степаненко</i>	261
Накопичення ентропії мастильних матеріалів у процесі атмосферної корозії зернозбиральним комбайном	
<i>І. М. Кузьмич</i>	265

Секція 5 «Конструювання машин і обладнання»

Аналіз патентів стосовно вдосконалень механізму повороту баштового крана	
<i>Ю. О. Ромасевич, В. С. Ловейкін, Я. С. Губар</i>	270
Деформація смуги прямокутного поперечного перерізу при її згинанні	
<i>С. Ф. Пилипака, М. Т. Шимко, Т. А. Кресан, Т. А. Марчук</i>	272
Побудова ізоліній освітленості від двох точкових джерел однакової потужності	
<i>С. Ф. Пилипака, Я. О. Бачинський, О. О. Марус</i>	273
Динамічний аналіз люлькового елеватора	
<i>В. С. Ловейкін, Ю. О. Ромасевич, А. П. Ляшко, Н. О. Левус</i>	274

Програма та методика виконання експериментальних досліджень руху стрічкового конвеєра	
<i>В. С. Ловейкін, Ю. О. Ромасевич, Р. А. Кульпін</i>	276
Нестійкі засоби індивідуального переміщення: гіроборд і гіроскутер	
<i>О. Г. Олексійко, Ю. О. Ромасевич</i>	278
Результати розрахунку оптимальних регуляторів руху динамічної системи „Кран-Вантаж”	
<i>Ю. О. Ромасевич, В. С. Ловейкін, В. В. Макарець, О. І. Щербак</i>	280
Дискретна модель удару при динамічному аналізі процесів гальмування стрічкових конвеєрів	
<i>І. О. Кадикало</i>	283
Пристрій для транспортування малогабаритних вантажів	
<i>Ю. О. Ромасевич, В. С. Ловейкін, О. Ю. Зарівний</i>	283
Результати експериментальних досліджень оптимальних регуляторів руху динамічної системи „Кран-Вантаж”	
<i>Ю. О. Ромасевич, В. С. Ловейкін, В. В. Макарець, О. І. Щербак</i>	286
Динамічний аналіз тягової лебідки	
<i>В. С. Ловейкін, Ю. О. Ромасевич, А. П. Ляшко, Р. О. Сторож</i>	288
Динамічний аналіз гвинтового конвеєра	
<i>В. С. Ловейкін, Ю. О. Ромасевич, А. П. Ляшко, В. Г. Коваль</i>	290
Оптимізація режиму руху електротрактора	
<i>В. С. Ловейкін, Ю. О. Ромасевич, А. П. Ляшко, О. В. Бундалевський</i>	292
Оптимізація режиму пуску механізму підйому вантажу мостового крана	
<i>В. С. Ловейкін, Ю. О. Ромасевич, А. П. Ляшко, Н. О. Потеряйко</i>	294
Оптимізація режиму пуску скребкового конвеєра	
<i>В. С. Ловейкін, Ю. О. Ромасевич, А. П. Ляшко, А. С. Кривонос</i>	296
Обґрунтування профілю розпушувальної лапи у двовірному просторовому вимірі	
<i>М. С. Храмов</i>	298
Перспективні напрямки розвитку конструкцій ґрунтообробних машин	
<i>В. В. Мошко</i>	302
Математическое моделирование и автоматизированное конструирование ременных передач	
<i>В. И. Кравченко</i>	304
Секція 6 «Новітні матеріали і технології в сільськогосподарському машинобудуванні»	
Виробництво біметалевих виливків	
<i>Є. Г. Афтандіянц</i>	308
Відновлення окалини на виливках термічною обробкою	
<i>Є. Г. Афтандіянц</i>	310

Моделювання прогартованості ливарних сталей <i>Є. Г. Афтандіяні</i>	313
Влияние состава порообразователя на морфологию и свойства пористого Фторопласта-4 <i>А. Б. Калюжный, В. Я. Платков</i>	314
Розрахунок часу обробки деталей в процесі формування якості поверхневого шару <i>О. В. Баранова</i>	316
Технологія зварювання монтажних стиків трубопроводів у стельовому положенні <i>М. Д. Гаврилюк, П. М. Полянський, Г. О. Іванов, О. В. Баранова</i>	319
Вплив модифікування та складу наплавленого металу на зносостійкість відновлених деталей переробного обладнання <i>С. П. Романюк</i>	322
Особливості охорони праці на автоматизованому та роботизованому виробництві <i>Є. І. Марчишина</i>	324
Методика SWIFT для оцінювання ризиків травматизму на підприємствах <i>Є. І. Марчишина</i>	326
Використання глини в якості модифікатора при наплавленні сірого чавуну <i>О. В. Тіхонов, І. М. Рибалко, Н. В. Каплієнко</i>	328
Обкатывание и раскатывание деталей роликами учитывая жесткость системы станок-инструмент-деталь <i>А. В. Зубехина-Хайят</i>	331
До питання визначення твердості матеріалів <i>О. Е. Semenovskiy, О. V. Mykhniian</i>	335
Методика визначення об'ємної твердості металів <i>О. Е. Semenovskiy, О. V. Mykhniian</i>	336
Механічні властивості середньовуглецевої конструкційної сталі мікролегованої комплексами лігатурами для використання в сільськогосподарському машинобудуванні <i>Г. М. Похиленко</i>	337
Вимоги до формування поверхневого робочого шару комплекснолегованих чавунних виливків <i>Г. М. Похиленко</i>	339
Вплив хрому на структуру і механічні властивості легованих чавунів <i>Г. М. Похиленко</i>	340
Секція 7 «Надійність будівель, споруд і технічних систем у будівництві»	
Використання профільованих геомембран при гідроізоляції	344

фундаментів	
<i>Є. А. Бакулін, У. В. Байдак</i>	
Інформаційне моделювання об'єктів в Україні	
<i>Є. А. Бакулін, Ю. Ю. Піщолка</i>	347
Переваги та недоліки монолітного будівництва в Україні	
<i>В. М. Бакуліна, В. Л. Білецький</i>	349
Вплив експлуатаційних властивостей гідроізоляційних матеріалів при їх використанні	
<i>В. М. Бакуліна, Д. Л. Богач</i>	351
Особливості технології влаштування теплої підлоги	
<i>В. М. Бакуліна, Д. Л. Серьогін</i>	354
Основні тенденції розвитку дерев'яних клеєних конструкцій в будівництві України	
<i>Є. А. Бакулін, М. С. Бочков</i>	357
Класифікація та застосування арматури в інженерних мережах	
<i>Є. А. Бакулін, Д. Мануїлов</i>	358
Stress-strain state of load-bearing structures taking into account the category of technical condition	
<i>Н. О. Костира</i>	360
Особливості роботи виробничо-технічного відділу у будівництві	
<i>О. А. Фесенко, І. Ю. Щербина</i>	363
Structural fire design of masonry walls according to EN 1996-1-2 Requirements	
<i>Fesenk, T. P. Donets</i>	365
Оптимізація розташування фотоелектричних модулів на гранях енергоефективних будівель	
<i>В. Л. Мартинов, А. Юрчик</i>	368
Деякі особливості визначення напруженого стану збірно-монолітних залізобетонних конструкцій, викликані усадкою бетону	
<i>І. А. Яковенко, В. В. Гула</i>	369
Побудова алгоритму розрахунку жорсткості залізобетонних конструкцій за наявності похилих тріщин	
<i>І. А. Яковенко</i>	372
 Секція 8 «Оцінка довговічності та моніторинг стану технічних систем»	
Постановка завдань різного рівня для вимірювання досягнень у сфері підвищення безпеки дорожнього руху	
<i>І. В. Перепечай, І. О. Колосок</i>	377
Сучасний підхід до забезпечення безпеки дорожнього руху	
<i>Ю. В. Шатківська, І. О. Колосок</i>	379
Особливості амбітних довгострокових завдань для дорожнього сектора	
<i>О. В. Щербак, І. О. Колосок</i>	382

Системний підхід у сфері управління безпекою дорожнього руху <i>В. О. Луценко, І. О. Колосок</i>	383
Методи діагностування рульового управління трактора <i>І. В. Колєсник, Ю. І. Колєсник, Ю. Ю. Козлов</i>	384
Аналітичний огляд досліджень у галузі діагностування машин та їх систем в експлуатації <i>Є. І. Калінін, Р. М. Петров, М. А. Кусков</i>	387
Обґрунтування застосовності та достовірності методів прогнозування попиту на комплексне сервісне обслуговування технічних об'єктів <i>В. А. Бантковський, С. О. Лузан</i>	389
Методологія діагностики агрегатів автомобілів електрофізичними методами контролю параметрів працюючого масла <i>Є. І. Калінін, Р. М. Петров, М. А. Кусков</i>	392
Розробка методів контролю і управління технічним станом самохідних машин <i>Є. І. Калінін, Р. М. Петров, Г. І. Череватенко</i>	394
Метод інтелектуалізації інформаційно-вимірювальної системи діагностування на основі глибоких нейронних мереж <i>А. Т. Лебедев, Р. М. Петров</i>	395
Підвищення післяремонтної довговічності автотракторних двигунів застосуванням трибопрепаратів <i>А. Т. Лебедев, Р. М. Петров</i>	396
Підвищення надійності вантажних автомобілів шляхом застосування системи експлуатаційної самодіагностики <i>А. Т. Лебедев, Р. М. Петров</i>	397
Аналіз актуальності дослідження підвищення довговічності карданних шарнірів шляхом розроблення способів їх технічного обслуговування <i>Є. І. Калінін, Р. М. Петров, Г. І. Череватенко</i>	399
Забезпечення роботоздатності закордонних тракторів з використанням змінно-обмінних елементів при технічному обслуговуванні <i>Є. І. Калінін, Р. М. Петров</i>	400
Аналіз методів діагностування гідравлічних систем тракторних трансмісій <i>А. Т. Лебедев, Р. М. Петров</i>	401
Проблематика організації технічного обслуговування вантажних автомобілів <i>А. Т. Лебедев, Р. М. Петров</i>	402
Дослідження впливу вібрацій на роботу сільськогосподарської техніки <i>І. В. Колєсник, Ю. І. Колєсник, Ю. Ю. Козлов</i>	403

Порівняння характеристик поворотів, розрахованих з урахуванням і без урахування змінності радіусів кривизни <i>І. В. Колеснік, Ю. І. Колеснік, Ю. Ю. Козлов</i>	406
Моніторинг основних факторів забезпечення якості ремонту двигунів <i>О. М. Бистрий, А. В. Новицький, О. М. Кошель</i>	409
Моніторинг забезпечення тваринницької галузі машинами та обладнанням <i>О. М. Погоріла</i>	411

ІНФОРМАЦІЙНЕ ВИДАННЯ

ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ

IX МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО -ТЕХНІЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ

«КРАМАРОВСЬКІ ЧИТАННЯ»

з нагоди 115-ї річниці від дня народження

доктора технічних наук, професора, члена-кореспондента ВАСГНІЛ,
віцепрезидента УАСГН

КРАМАРОВА Володимира Савовича

(1906-1987)

(24-25 лютого 2022 року)

*Відповідальна за випуск: В. І. Мельник, доцент кафедри надійності техніки
НУБіП України.*

Дизайн і верстка: Ю. І. Ревенко.

*Адреса редакційної колегії – 03041, Україна, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 16,
НУБіП України, навч. корп. 5, кімн. 17.*

**Редакційна колегія не несе відповідальності за зміст представлених
матеріалів**

Підписано до друку 7.04.2022. Формат 60х84 1/16
Папір Maestro Print. Гарнітура Times New Roman.
Друк. арк.. 18,1. Ум.-друк.арк. 27,2. Наклад 100 прим.
Зам. №
Редакційно-видавничий відділ НУБіП України
03041, Київ, вул. Героїв оборони, 15. Т. 527-80-49, к 117

© НУБіП України, 2022