МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР «ІМЕСГ» НААН
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ ПЕТРА ВАСИЛЕНКА

ЗБІРНИК
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ

VIII Міжнародної науково-технічної конференції з нагоди 114-ї річниці від дня народження
доктора технічних наук, професора,
члена-кореспондента ВАСГНІЛ,
віце-президента УАСГН
КРАМАРОВА
Володимира Савовича
(1906-1987)

«КРАМАРОВСЬКІ ЧИТАННЯ»

25-26 лютого 2021 року
м. Київ

ББК40.7
УДК 631.17+62-52-631.3

Збірник тез доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» з нагоди 114-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, члена-кореспондента ВАСГНІЛ, віце-президента УАСГН Крамарова Володимира Савовича (1906-1987) 25-26 лют. 2021 р., м. Київ / МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. К.: Видавничий центр НУБіП України, 2021. 435 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 ННЦ «ІМЕСГ» НААН, академік НААН, співголова організаційного комітету;*

Отченашко В. В. *– начальник науково-дослідної частини НУБіП України, член-кореспондент НААН, 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;*

Афтанділянц Є. Г. *– завідувач кафедри ТКМіМ НУБіП України;*

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

Барановський В*. М., професор кафедри ТіОЗВ ТНТУ ім. І. Пулюя;*

Березовий М. Г. *– завідувач кафедри механіки НУБіП України;*

Бєлоєв Х. *– ректор аграрного університету в Русе (Республіка Болгарія) (за згодою);*

Борак К. В. *– заступник директора з навчальної роботи ЖАТК;*

Братішко В. В. *– декан механіко-технологічного факультету НУБіП України;*

Будяй О. В. *– директор ТОВ «Манн+Хуммель фільтрейшен технолоджи Україна» (за згодою);*

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

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

Войтюк В. Д. *– завідувач кафедри технічного сервісу та інженерного менеджменту ім. М. П. Момотенка НУБіП України;*

Герук С. М. *– завідувач кафедри агроінженерії ЖАТК;*

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

Іванишин В. В. *– ректор Подільського ДАТУ;*

Івановс С*. – професор, доктор наук, директор НДІ механізації с.-г. Латвійський сільськогосподарський університет (Латвійська Республіка);*

Калінін Є. І. *– завідувач кафедри експлуатації, надійності, міцності, будівництва ім. В. Я. Аніловича, ХНТУСГ ім. Петра Василенка;*

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

Кравчук В. І. *– директор ДНУ «УкрНДІПВТ ім. Леоніда Погорілого», академік НААН (за згодою);*

Кузьмінський Р. Д. *– завідувач кафедри експлуатації та технічного сервісу машин ім. О. Д. Семковича ЛНАУ;*

Кульгавий В. Ф. *– генеральний директор ВГО «Українська асоціація аграрних інженерів»;*

Кюрчев С. В. *– декан МТ факультету ТДАТУ;*

Ловейкін В. С. *– завідувач кафедри конструювання машин і обладнання НУБіП України;*

Лукач В. С. *– директор ВП «Ніжинський агротехнічний інститут» НУБіП України;*

Маркус А. *– професор, директор НДІ, Естонський університет наук про життя (Естонська Республіка) (за згодою);*

Марус О. А. *– доцент кафедри тракторів, автомобілів і біоенергосистем НУБіП України;*

Мельник В. І. *– начальник відділу науково-технічної інформації НДЧ НУБіП України;*

Новицький А. В. *– завідувач кафедри надійності техніки НУБіП України;*

Ольт Ю. *– професор Естонського університету наук про життя (Естонська Республіка) (за згодою);*

Паскуці С*. – професор, доктор наук, Департамент агроекологічних і територіальних наук (DISAAT), університет Альдо Моро Барі (Італійська Республіка) (за згодою);*

Пилипака С. Ф. *– завідувач кафедри нарисної геометрії, комп'ютерної графіки та дизайну НУБіП України;*

Полянський П. М. *– в. о. завідувача кафедри загальнотехнічних дисциплін МНАУ;*

Продеус О. В*. – керівник відділу ТОВ «Манн+Хуммель фільтрейшен технолоджи Україна» (за згодою);*

Пушка О. С. *– декан ІТФ УНУС;*

Роговський І. Л. *– директор НДІ техніки і технологій НУБіП України;*

Ромасевич Ю. О. *– професор кафедри конструювання машин і обладнання НУБіП України;*

Ревенко Ю. І. *– доцент кафедри надійності техніки НУБіП України;*

Саченко В. І. – *Голова Ради Асоціації «Укрмашбуд»;*

Савченко В. М. *– завідувач кафедри машиновикористання мобільної енергетики та сервісу ТС ПНУ;*

Сайчук О. В. *– директор ННІ технічного сервісу ХНТУСГ ім. Петра Василенка;*

Свірень М. О. *– завідувач кафедри сільськогосподарського машинобудування ЦНТУ;*

Собчук Г. *– директор Представництва Польської академії наук в м. Києві (за згодою);*

Толстушко М. М. *– доцент кафедри галузевого машинобудування ЛДТ*

КРАМАРОВ Володимир Савович
(1906-1987)
доктор технічних наук, професор, член-кореспондент ВАСГНІЛ,
віце-президент УАСГН

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

У 1924 р. став студентом Білоцерківського політехнікуму.

Із відкр

иттям у Київському сільськогосподарському інституті факультету механізації та електрифікації сільського господарства був переведений до вказаного інституту. Тут у 1929 р він здобув фах інженер-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 інституті 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 розробку 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 проектування.

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, віце-президентом 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 Тимірязівського 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», «За оборону Москви», 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 631.3

ІСТОРІЯ СТАНОВЛЕННЯ ТЕОРІЇ НАДІЙНОСТІ ТЕХНІКИ

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

У порівнянні з фундаментальними науками, які розвивалися тисячоліттями і століттями, можна сказати, що теорія надійності – наука ще досить молода. Надійністю як наукою, що істотно пов'язана з часом та складовою якості, займалися багато відомих вчених: філософи, математики, фізики, фізико-хіміки. Імена багатьох з них відносяться до золотого фонду людства.

Найбільш далекоглядні вчені вже в той період передбачали значення вирішення проблем надійності машин. Так, основоположником вчення про якість поверхні деталі, російським професором В.Л. Чебишевим ще в 1880 році була встановлена залежність якості поверхні деталі від методу обробки.

У 1934 році за ініціативи видатного вченого, академіка С.А. Чаплигіна була створена комісія при АН СРСР з вивчення надійності і довговічності машин. Але технічний рівень розвитку промисловості країни в той час і її оснащеність машинами були такі, що наука про надійність і довговічність не отримала підтримки, а комісія АН СРСР припинила своє існування в 1939 році. Однак, вона встигла провести кілька конференцій і нарад у 1934 і 1939 рр., що привернуло до цієї проблеми увагу багатьох вчених.

В середині 30-х років шведський інженер і математик В. Вейбулл, аналізуючи відмови, які були пов'язані зі зносом кулькових підшипників, запропонував просту і зручну математичну модель для їх опису, яка відома тепер як розподіл Вейбулла.

Незабаром видатний вчений, математик, академік АН УРСР Б.В. Гнеденко знайшов три класи граничних розподілів, один з яких збігався з розподілом Вейбулла. Отримані фундаментальні результати Б.В. Гнеденко були простою здогадкою, але вони стали науково обгрунтованим строгим результатом. В ті роки панувала думка, що дослідження надійності і довговічності не можуть вилитися в форму стрункої теорії і служити для прогнозування надійності.

Але з 50-х років знову посилився інтерес до питань надійності і з'явився ряд робіт в цій галузі [2, 3].

Не дивлячись на те, що розвиток теорії надійності розпочався набагато раніше, перша хвиля сучасної теорії надійності прокотилася за кордоном, в Сполучених Штатах Америки в кінці 50-х років. Вперше фахівці з теорії і практики надійності почали збиратися на Конференціях по надійності, які були організовані Інститутом радіоінженерів (IRE[1]), які відразу ж стали щорічними,

а вже перший збірник доповідей конференції зіграв революційну роль в інформаційному обміні між експертами в галузі надійності.

З невеликою затримкою подібні ж конференції стали проводитись в багатьох місцях колишнього СРСР. Але слід сказати, що зазначені конференції були закритими, тому їх вплив на широкі інженерні кола був досить обмеженим. А повне визнання наука про надійність отримала в кінці 50-х початку 60-х років.

З того часу надійність стала потужною прикладною математичною дисципліною з розвиненими теоретичною та прикладною складовими. Неможливо уявити науково-дослідницький інститут або виробниче підприємство без лабораторії або відділу надійності.

Один із авторів виділив кілька напрямків в сучасної теорії надійності, основними з яких є [1]: «чистий» аналіз надійності; аналіз ефективності; аналіз живучості; аналіз безпеки; аналіз захищеності; аналіз надійності математичного забезпечення.

Минуле століття було дуже продуктивним для теорії надійності: велика кількість нових ідей, безліч корисних результатів, цікаві практичні додатки. Але є цілий рід важливих проблем, які ще чекають свого рішення [1]: надійність програмного забезпечення; людський фактор в надійності складних систем; аналіз і забезпечення надійності унікальних виробів; глобальні територіальні системи і комплекси; надійність систем, що розвиваються; використання теорії надійності для оптимізації управління запасними частинами; формування та використання неперервних моделей надійності; агрегування даних про надійність.

Список використаних джерел

1. Игорь Ушаков. Надежность: прошлое, настоящее, будущее. Пленарный доклад на открытии конференции «Математические методы в надежности» (MMR-2000), Бордо, Франция, Reliability: Theory & Applications No.1, January 2006. С. 17–27.

2. Гнеденко Б. В., Беляев Ю. К., Соловьев А. Д. Математические методы в теории надежности. М., Наука. 1965.

3. Ушаков И. А. Эффективность функционирования сложных систем. В кн. «О надежности сложных систем ». М., Советское радио. 1966.

Орлов А. И. Математические методы исследования в работах Бориса Владимировича Гнеденко. Журнал «Заводская лаборатория». 2007. Т.73. No.7. С.66–72. Ефективність, якість та надійність реалізацій операцій в транспортно-виробничих системах

УДК 629.7.017.1

ЕФЕКТИВНІСТЬ, ЯКІСТЬ ТА НАДІЙНІСТЬ РЕАЛІЗАЦІЙ ОПЕРАЦІЙ В ТРАНСПОРТНО-ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМАХ

В. В. АУЛІН, д.т.н., проф.,
А. В. ГРИНЬКІВ, к.т.н., с.н.с.,
С. В. ЛИСЕНКО, к.т.н., доц.,
Д. В. ГОЛУБ, к.т.н., доц.,
О. М. ЛІВІЦЬКИЙ, здоб.,
В. О. ДЬЯЧЕНКО, асп.
Центральноукраїнський національний технічний університет
E-mail: aulinvv@gmail.com

Ефективність складної транспортно-виробничої системи (ТВС) є властивістю отримувати результат Y її функціонування, з урахуванням умов застосування і способів використання активних засобів управління. ***Під*** ефективністю реалізації операцій в ТВС будемо ***розуміти як міру:***

– досяжності потенційного результату при ідеальній стратегії і в ідеальних умовах застосування;

– відмінності між реальним Y і бажаним $Y_{пр}$ результатами.

Дослідження і реалізація операцій в ТВС проводиться завжди з точки зору інтересів одного розпорядника (основного суб'єкта ТВС), якого називають особою, що приймає рішення (ОПР). Метою дослідження ефективності реалізації операцій може бути розробка рекомендацій ОПР для раціонального вибору стратегій, що забезпечують успішний результат від реалізації операцій. При цьому управління процесом є формування раціональної, або розумно обґрунтованої поведінки ТВС в реалізації операцій. Набір альтернативних способів використання активних засобів в системі складає множину припустимих стратегій U.

У свою чергу, результуючі чинники залежать від вибраної стратегії ТВС. Результат реалізації операцій також залежатиме від стратегії транспортної системи:

$$Y(u) = Y(q(u), C(u), T(u)), \qquad (1)$$

де u – одинична стратегія із множини можливих U стратегій; $q(u)$ – функція корисного ефекту; $C(u)$ – функція транспортно-виробничих ресурсів; $T(u)$ – функція термінів прийняття рішень.

Основна мета управління ТВС полягає в тому, щоб забезпечити максимальну ефективність використання активних засобів в операціях при вирішенні поставлених завдань. Вибір стратегії u, з множини припустимих стратегій U, є основним етапом ухвалення рішень в ТВС. Процес підготовки і ухвалення рішень ОПР, організація їх виконання і контроль складають сутність управління операцією в даній ТВС.

Спостереження за реалізацією операцій в ТВС можуть бути спрямовані:

– на досягнення цілей функціонування;

– на виявлення зовнішніх несприятливих умов;

– на виявлення внутрішніх несприятливих умов.

Для вибору раціонального шляху досягнення мети ТВС необхідно мати спосіб вимірювання ефективності операцій.

При цьому показники ефективності – це кількісні характеристики властивостей ефективності складної ТВС. Показник ефективності вимірює міру відповідності реального результату операції бажаному. Показники ефективності складної ТВС можуть вимірюватися в тих же величинах, що і показники якості або бути безрозмірними.

При використанні однакової розмірності показників якості і ефективності відмінність між ними буде лише в значенні цих показників. Значення показників ефективності можуть бути менші або дорівнюватиме значенням показників якості, оскільки показники ефективності, враховують умови застосування і способи використання активних засобів складної ТВС. У цьому сенсі в завданнях дослідження операцій ТВС відбувається пошук кращої стратегії, а показники якості можна розглядати як максимально можливі значення показників ефективності в реальних умовах функціонування, тобто як потенційно досяжні показники ефективності складної ТВС в ідеальних умовах і при ідеальній стратегії застосування активних засобів операції.

Потенційна ефективність реалізації операцій характеризуються гранично вигідним обміном і визначається як ефективність операції при ідеальному способі використання активних засобів, при тобто виборі кращої стратегії. Отже, потенційна ефективність операцій залежитиме лише від якості активних засобів. Тому, коли йде мова про ефективність транспортно-виробничої системи, яка використовується як активний засіб в ряді операціях, то мають на увазі потенційну ефективність операцій. Безрозмірні показники ефективності, як правило, відображають міру відповідності реального результату операцій необхідному або потенційно можливому результату для заданих стратегій і умов.

Існує інший підхід до визначення якості і ефективності, згідно з яким вимоги, що пред'являються до ТВС, умовно можна розділити на дві групи:

– вимоги (обмеження), що визначають придатність ТВС до виконання свого цільового призначення;

– вимоги, що визначають виконання ТВС заданих функцій з максимальним ефектом з обмеженнями за витратами ресурсів на досягнення цього ефекту.

Вимоги першої групи, як правило, повинні задаватися у формі обмежень, а вимоги другої групи – у формі екстремуму (мінімуму або максимуму) показника, що характеризує ці вимоги. Вимоги першої групи, як правило, відносять до категорії якості, а вимоги другої групи – до категорії ефективності ТВС.

Поділ показників ефективності, що характеризують роботу ТВС за цільовим призначенням, на показники якості і ефективності, є умовним і

залежить від вирішуваної проблеми та завдань. В якості показників ефективності можна вибрати будь-який з приведених показників якості, якщо метою є покращення цих показників. Часто ставиться завдання побудувати ТВС з підвищеною продуктивністю. Тоді замість показника якості "продуктивність" слід розглядати показник ефективності з тією ж назвою – "продуктивність".

На основі показників ефективності формується певне правило вибору раціонального способу використання активних засобів в операціях (стратегіях). В якості такого правила використовується критерій ефективності.

При дослідженні ефективності операцій використовують методологічні підходи, засновані на експериментальних дослідженнях і методах моделювання. Експериментальний підхід дослідження ефективності великомасштабних операцій обмежений, тому основною дослідницькою концепцією аналізу ефективності операцій в ТВС є моделювання. Експеримент з самою ТВС замінюється експериментом з її моделлю. Операція S_0, що реалізовується ТВС імітується у рамках "модель-система".

При моделюванні систем, рівень складності яких не занадто високий, часто вдається вивести математичну залежність показника ефективності від керованих змінних, тобто побудувати модель у формі достатньо простої функції з системою обмежень у вигляді рівності або нерівностей. При цьому завдання вибору раціональної стратегії поведінки ТВС можливо звести до одного з класів завдань математичного програмування. Вибір кращої стратегії в цьому випадку зазвичай зводиться до вирішення оптимізаційного завдання за одним з методів математичного програмування. Основною формою вивчення складних ТВС, використовуваних у великомасштабних операціях, є імітаційне дослідження, у основі якого лежить імітаційне моделювання.

Відомо, що у ТВС проблема ефективності тісно пов'язана з проблемою надійності транспортно-виробничих засобів. Зростання складності ТВС призводить до зниження їх надійності, а, отже, до зменшення їх ефективності. Ненадійна система не може бути ефективним засобом досягнення поставленої мети.

Аналіз ефективності реалізації операцій дозволяє підійти до визначення вимог до параметрів надійності ТВС, що використовують активні засоби в операціях. Це один з важливих аспектів зв'язку проблем надійності і ефективності. Зниження надійності ТВС приводить до зменшення вихідного ефекту. Для встановлення показників надійності транспортно-виробничих систем необхідно побудувати залежність їх вихідного ефекту від надійності.

Мінімальне значення показника надійності транспортної системи знаходять з умови допустимого рівня втрати вихідного ефекту :

$$\Delta E = E_0 - E_{доп}(P), \tag{2}$$

де E_0 – вихідний ефект при абсолютній надійності ТВС; $E_{доп}(P)$ – допустимий вихідний ефект.

Оптимальне значення показника надійності ТВС залежить від її специфіки.

Іншим аспектом зв'язку цих проблем є визначення раціональних методів та способів використання наявних засобів для підвищення надійності ТВС. Недостатня надійність ТВС є проблемою, для вирішення якої висуваються альтернативні цілі:

– відмова від створювання ТВС або заміна її новою, вдосконаленою;

– підвищення надійності існуючої системи до необхідного рівня;

– поліпшення умов функціонування існуючої системи і т.д.

Після цього здійснюється вибір однієї з цих цілей і організовується реалізація операцій для досягнення вибраної мети. Ефективність операцій може бути оцінена ймовірністю безвідмовної роботи системи впродовж заданого часу, якщо в якості мети операції вибрано підвищення її надійності. У такому випадку показник надійності виступає показником ефективності реалізації операції по підвищенню надійності існуючої або удосконаленої транспортно-виробничої системи.

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. Методологічні основи проектування та функціонування інтелектуальних транспортних і виробничих систем: монографія / В. В. Аулін, А. В. Гриньків, А. О. Головатий [та ін.]; під заг. ред. В. В. Ауліна. - Кропивницький : Лисенко В. Ф., 2020. – 428с.

3. Аулін В.В., Біліченко В.В., Голуб Д.В., Великодний Д.О. Дослідження шляхів і сукупності факторів забезпечення належного рівня ефективності і надійності транспортних систем. Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту: матеріали X міжнародної науково-практичної конференції, 23-25 жовтня 2017 р. Вінниця: ВНТУ, 2017. С.21-24.

4. Аулін В.В., Голуб Д.В. Забезпечення ефективності функціонування транспортних систем шляхом підвищення надійності структурнофункціональних резервних схем процесу доставки. Наука – виробництву 2019: зб. мат доповідей учасників L наукової конф. Кропивницький: ЦНТУ, 2019. С. 17-20.

5. Аулін В.В., Голуб Д.В. Забезпечення надійності системи транспортного обслуговування АПК в ринкових умовах функціонування Матеріали X Міжнар. наук.-практичної конференції. Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації с.-г. техніки. – Кіровоград: КНТУ, 2015. – С.167-168.

6. Аулін В.В., Голуб Д.В. Методи оцінки і аналізу надійності складних транспортних систем та технологічних процесів в них Збірник тез доповідей XIV Міжнародної наукової конференції "Раціональне використання енергії в техніці. TechEnergy 2018" (19-22 травня 2018 року) / НУБіП. Київ. 2018. С.47-51.

7. Аулін В.В., Голуб Д.В. Методичні аспекти кількісної, якісної та часової

оцінки параметрів надійності функціонування транспортних систем. Вісник Житомирського державного технологічного університету Серія: Технічні науки. 2018. № 2 (82). С.3-10.

8. Аулін В.В., Голуб Д.В. Можливі методи вирішення проблеми підвищення надійності та ефективності функціонування транспортних систем, підсистем та їх елементів Підвищення надійності машин і обладнання: зб. мат. доповідей XII Всеукраїнської науковопрактичної конференції студентів, аспірантів та молодих науковців.Кропивницький: ЦНТУ, 2018. С. 161-164.

9. Аулін В.В., Голуб Д.В. Надійність функціонування транспортної системи як чинник підвищення ефективності економіки країни. Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту: матеріали VIII міжн. наук.-практ. конф. 19-21 жовтня 2015 р. Вінниця: ВНТУ, 2015. С. 13-16.

10. Аулін В.В., Голуб Д.В. Надійність як найвагоміша складова оцінки якості роботи транспортної системи Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 17–18 листоп. 2016) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль: ТНТУ, 2016. – С.154-155.

11. Аулін В.В., Голуб Д.В. Реалізація фізико-інформаційного підходу дослідження проблеми підвищення надійності та ефективності функціонування транспортних систем Вестник ХНАДУ, вып. 81, 2018. С.21-28.

12. Аулін В.В., Голуб Д.В., Лисенко С.В., Замуренко А.С. Використання логіко-ймовірнісних методів булевої алгебри для оцінки надійності автомобільних транспортних систем Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції "Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проєктування, дизайн та технологічна експлуатація". – Харків: ХНТУСГ, 2020. – С.29-30.

13. Аулін В.В., Голуб Д.В., Гриньків А.В., Лисенко С.В. Методологічне обґрунтування дослідження та розв’язання проблеми надійності функціонування транспортних систем. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. 2017. №10. С. 29-36.

14. Аулін В.В., Голуб Д.В., Дьяченко В.О. Підхід до забезпечення надійності транспортних засобів та системи агропромислового виробництва шляхом оптимізації парку рухомого складу Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції. Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки. – Кропивницький: ЦНТУ, 2017. – С. 15-17.

15. 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. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2020. Вип. 3(34). С.290-304.

УДК 661.931

ЕВОЛЮЦІЯ СВІТОВОГО ТА ВІТЧИЗНЯНОГО ВИРОБНИЦТВА ВОДНЕВИХ ДВЗ (XVIII –XX ст.)

С. М. ГЕРУК, к.т.н., доц., с.н.с.
Житомирський агротехнічний коледж,
E-mail: mega_sgeruk@ukr.net

Водень як паливо для двигунів розглядається в числі найбільш перспективних речовин. Запаси водню на Землі практично невичерпні, тому що його легко виділити зі звичайної води. Зберігання та транспортування цього газу хоч і пов'язані з певними складнощами, але здійсненні. І, що найважливіше, при рівних масах, при спалюванні водню виділяється в 3 рази більше енергії, ніж при спалюванні бензину.

Водень вперше був досліджений в 1766 році Генрі Кавендішем. У 1787 році Антуан Лавуазьє включив цей газ в список хімічних елементів і назвав hydrogène - народжує воду.

Ідею побудувати водневий двигун з'явилася ще в 1806 році. Її запропонував Франсуа Ісаак де Ріваз, який отримував водень із води методом електролізу. Водневі двигуни внутрішнього згоряння з'явилися в той же період, коли велися розробки і вдосконалювався принцип ДВС. Французький інженер і винахідник сконструював свій варіант двигуна внутрішнього згоряння. Паливо, яке він застосовував у своїй розробці - водень, який з'являвся в результаті електролізу H_2O. У 1807 році з'явився перший водневий автомобіль.

У 1807 році Ісаак Де Ріваз подав патент на розробку тягача для військового спорядження. в якості одного з силових агрегатів він пропонував використовувати саме водневий.

Силовий агрегат був поршневим, а запалювання в ньому відбувалося завдяки іскрі в циліндрі, яке потребувало ручної генерації іскри. Лише через два роки він допрацював свій винахід, і на світ з'явився перший самохідний водневий засіб пересування.

У 1808 році Де Ріваз встановив цей ДВС на спрощену карету та провів перший заїзд-випробування.

У академії наук у той час стверджували, що двигун внутрішнього згоряння ніколи не буде конкурувати з паровим двигуном, але пройшло менше півстоліття і це твердження виявилось хибним.

Спроби запустити ДВС на водні були зроблені не для захисту навколишнього середовища, а з метою банального використання водню в якості палива. Через кілька десятків років (в 1841 р) був виданий перший патент на такий двигун.

У Німеччині, в Мюнхені, в 1852 році придворним годинникарем Християном Тейтманом був побудований двигун, що працював (протягом декількох років) на суміші водню з повітрям. У 1920 х роках Г. Ф. Рікардо і А.

Ф. Брустелл виконали детальні дослідження роботи двигуна внутрішнього згоряння із зовнішнім сумішоутворенням на воднево-повітряних сумішах. У цих роботах, вперше було виявлено явище зворотного спалаху, яким згодом займалися багато дослідників. В цей же час почалося і практичне використання водневих двигунів на дирижаблях фірми «Цепелін». Для них в якості палива використовувався водень, що наповнював дирижабль.

У 1860 році Етьєн Ленуар з Франції винайшов 1-циліндровий двотактний Hippomobile. Lenoir Hippomobile був названий так тому, що він отримував пальне шляхом електролізу води і використовував водень для живлення невеликого горизонтального двигуна.

Двигун Hippomobile працював на «природних циклах» з поглинанням паливної суміші і ходом вниз, спалюючи пальне.

У 1863 році Гіппомобіль зробив пробіг з Парижа в Жоінвілі-ле-Пон: максимальна швидкість була близько 9 км і він знаходився в дорозі ~ 3 години.

Запалювання суміші у машини Ленуара було вже автоматичне - за рахунок котушок Румкорфа.

Машина, крім водія, могла перевозити і пасажирів. Можна сказати з цього моменту це вже була заявка на успіх, і не дивлячись на те що згодом його машина не отримала розвитку - його конкурент Отто зміг забезпечити основу автомобільних ДВС саме за рахунок часткового копіювання мотора Ленуара.

Двигун Ленуара потужністю 12 л. с. набув поширення на локомотивах, судах, транспортних екіпажах і ін. Проте в подальші роки цей тип ДВС був витіснений двигуном Отто.

Двигуни Отто надалі могли теж працювати на водні, але, як і раніше двигуни пережили адаптацію під вугільний газ (світильний). Джерело цього газу - вугілля, був набагато доступнішим і простішим у використанні ніж процес видобутку та використання водню.

Перші експерименти з використанням газів були проведені швейцарським інженером Франсуа Ісааком де Рівасом у 1806 році, який зібрав двигун внутрішнього згоряння, що працював на воднево-кисневій суміші і англійцем Семюелем Брауном у 1826 році, який експериментував з власним двигуном на водневому паливі, в ролі транспортного засобу, до Шутерс Хілл (англ. *Shooters Hill*), південно-східний Лондон. Гіппомобіль бельгійця Етьєна Ленуара з одно циліндровим двигуном внутрішнього згоряння на водневому паливі зробив пробний пробіг із Парижа в Жуенвіль-ле-Пон в 1860 році, проїхавши близько дев'яти кілометрів приблизно за три години. Пізня версія працювала на коксовому газі. Російський автомобіль був запатентований і випробуваний в 1884 році.

Якщо провести трохи аналогій з сучасними водневими двигунами, то кращий з існуючих водневих ДВС зараз використовує принцип шаруватого поділу заряду вприскування водню. Спрощено його можна описати так "Ідея полягає в тому, що газ і повітря повинні розташовуватися шарами в циліндрі так, щоб в точці спалаху в поршні суміш містила якнайменше легкого газу" (цю

пропозицію взято з опису мотора Отто-Лангр, який обійшов на виставці двигун Ленуара).

У 1928 році був проведений випробувальний переліт дирижабля з водневим двигуном через Середземне море.

Особливе місце в історії водневих двигунів займають роботи Рудольфа Еррена, виконані в 1920-1930 роках. Він вперше застосував внутрішнє сумішоутворення в двигунах на водні. Водень подавався в циліндр через його стінку, що знижувало небезпека виникнення зворотного спалаху.

При цьому у двигуна зберігалася система подачі основного палива, і він міг працювати на будь-якому з палив, а також на рідкому паливі з додаванням водню. Р. Еррен перевів на водень кілька типів двигунів, в тому числі і дизельний, встановлений на автобусі «Лейленд». Успішна пробна експлуатація цього автобуса відбувалася в передмісті Лондона. Р. Ерреном був розроблений і випробуваний перший водородо-кисневий ДВС. На такті впуску в циліндр подавалася суміш кисню з водяною парою, на такті стиснення - водень.

Відомо, що в 30-ті роки минулого століття в Радянському Союзі в МВТУ ім. М. Баумана Сороко-Новицький В. І., (зав. Кафедрою «Легкі двигуни» до 1937 р) спільно з А. К. Куренина досліджував вплив добавок водню до бензину на двигуні ЗІС-5. Відомі також роботи по використанню в якості палива водню, які проводилость в нашій країні Ф. Б. Перельманом. Однак практичне застосування водню як моторного палива почалося в 1941 році. У Велику Вітчизняну війну в блокадному Ленінграді технік-лейтенант Шелищ Б. І. запропонував використовувати водень, «відпрацював» в аеростатах, як моторне паливо для двигунів автомобіля ГАЗ-АА.

У першій половині 80-х років багато країн, причому не тільки європейські, але і Америка, Росія і Японія взялися експериментувати з даного типу установками. Так, в 1982-му при спільній роботі заводу «Квант» і автопідприємства РАФ з'явився комбінований мотор, який працював на суміші водню і повітря, а в якості джерела енергії використовувався акб на 5 кВт / год.

З тих пір різними країнами здійснювалися спроби впровадити «зелений» транспорт в лінійки своїх моделей, але в більшості випадків такі машини або залишалися в категорії прототипів, або мали сильно обмежений тираж.

У сімдесяті роки в декількох науково-дослідних організаціях СРСР інтенсивно проводилися роботи з використання водню в якості палива. Найбільш відомі такі організації як Центральний науково-дослідний автомобільний і автомоторний інститут (НАМИ), Інститут проблем машинобудування АН УРСР (ИПМАШ АН УРСР), Сектор механіки неоднорідних середовищ АН СРСР (СМНС АН СРСР), Завод-ВТУЗ при ЗІЛі і ін. Зокрема , в НАМИ під керівництвом Шатрова Е. В. починаючи з 1976 року були проведені науково-дослідні і дослідно-конструкторські роботи по створенню водневого мікроавтобуса РАФ 22034. Була розроблена система живлення двигуна дозволяє працювати на водні. Вона пройшла повний комплекс стендових і лабораторно-дорожніх випробувань.

Перший дослідний зразок мікроавтобуса був побудований в НАМИ в період 1976-1979 року. Починаючи з 1979 року в НАМИ здійснювалися його лабораторно-дорожні випробування і дослідна експлуатація.

Паралельно роботи зі створення автомобілів, що працюють на водню велися в ИПМАШ АН УРСР і СМНС АН СРСР і Заводі ВТУзах при ЗІЛі. Завдяки активній позиції академіка Струмінський В. В, керівника СМНС АН СРСР кілька зразків мікроавтобусів використовувалися на XXII Олімпійських літніх іграх в Москві в 1980 році.

Список використаних джерел

1. Емельянов В.Е. Улицам – воздух без свинца. / В.Е. Емельянов. – М: «Нефть России», 1996.- 95 с.

2. http://elib.altstu.ru/elib/books/Files/va2000_2/pages/14/14.htm.

3. Долматовский Ю.А. Автомобиль за 100 лет. – М.: Знание, 1986. – 235 с.

4. Сороко-Новицкий В.И., Куренин А.К. Об использовании возможности работы двигателя на водороде: Отчет о НИР /ММИ им. М.В. Ломоносова. - М., 1935. 87 с.

5. Раменский А.Ю. Исследование рабочих процессов автомобильного двигателя на бензино-водородных топливных композициях. Кандидатская диссертация. 1982 г., Москва.

6. Варшавский И.Л., Мищенко А.И. Анализ работы поршневого двигателя на водороде. Известия вузов № 10. – М.: Машиностроение, 1977.

7. http://www.usea.org/

8.http://auto.obozrevatel.com/digest/70235-avtomobili-7-perspektivnyih-tehnologij-kotoryie-preobrazyat-avtomobili-do-neuznavaemosti.htm

УДК 621.314

ЕЛЕКТРОМОБІЛІ: ІСТОРІЯ ЗАРОДЖЕННЯ ТА СЬОГОДЕННЯ

С. М. ГЕРУК, к.т.н., доц., с.н.с.
Житомирський агротехнічний коледж,
О. М. СУКМАНЮК, к.і.н., доц.
Поліський національний університет,
E-mail: mega_sgeruk@ukr.net, sukmanyukolena@gmail.com

Майбутнє електромобілів є очевидним і неминучим. У найближчі кілька років різноманітність моделей збільшиться, вони заповнять дороги в усьому світі, роблячи їзду комфортною для водія і безпечною для навколишнього середовища. Зростання продажів і вдосконалення моделей дозволять виключити існуючі недоліки електрокарів, роблячи ці машини бездоганними за

експлуатаційними характеристиками, динамічними і швидкісними властивостями.

Вони мають ряд переваг: економічніші, так як споживають в середньому 10 кВт електроенергії на 100 км; простіші в обслуговуванні – періодичного огляду потребує лише ходова, а силовий агрегат, акумулятори та навісне обладнання – тільки спостереження, обслуговуватися такі автівки можуть на будь-якій СТО, а вартість послуг – в рази менша, ніж у звичайних. З точки зору екології: відсутній шум та забруднення навколишнього середовища. Використання енергії в електромобілях відбувається до п'яти разів ефективніше, ніж у звичайних двигунах. Легкість керування дає можливість позиціонувати електромобілі як екіпажі для жінок і літніх людей.

До недоліків варто віднести відсутність у достатній кількості станцій для підзарядки. Небагато компаній займаються виробництвом електрокарів. Та й модельний ряд, в порівнянні зі звичайними автівками, в рази менший. Висока вартість батареї. Хоч виробники і дають гарантію на 10 і більше років, електрокар на той час уже сам вийде з ладу. Очікується, що при збільшенні виробництва вартість на батареї впаде. Деякі виробники вже планують здавати батареї в оренду. Швидкість і пробіг електромобілів обмежені. Без підзарядки вони можуть пройти в середньому 160-230 км. Це теж залежить від моделі, але межа є завжди. Сучасні акумулятори поки не дозволяють значно збільшити цей показник і не обтяжувати машину. Для економії електроенергії швидкість обмежують до 80-100 км/год. Теоретично електрокари можуть розганятися до 140 км/год. Проте, щоб акумулятора вистачило на весь день, бажано не газувати. Повна зарядка акумуляторів може займати до 8-10 годин. Це потрібно враховувати при плануванні часу та поїздок. Хоча в місті з його постійними заторами такий автомобіль взагалі знахідка: при ривках і гальмуванні заряд відновлюється.

Електромобіль – це автомобіль, який приводиться в рух не двигуном внутрішнього згорання, а одним або декількома електродвигунами, що живляться від акумуляторів чи паливних елементів.

Найбільш вдале визначення електромобіля дав у 1984 році О.А. Ставров: «Под термином электромобиль имеется в виду автомобиль, у которого для привода ведущих колес используется электрическая энергия, получаемая от химического источника тока» [1, 2].

Деякі дослідники вважають, що електромобілі є новим видом транспорту, але перший електричний автомобіль з'явився ще до винайдення сучасного двигуна внутрішнього згорання – майже 190 років [3].

Створення першого електромобіля можна віднести до 1828 року. Винахідник Аніос Джедлік з Угорщини змайстрував компактний автомобіль, що нагадував скейтборд з електродвигуном. Це були перші кроки у створенні електромобіля.

У 1830-ті роки був сконструйований та побудований електромобіль голландцями Стратіном Гронінгеном та його помічником Кристофером Беккером (1835). Роберт Андерсон із Шотландії (1839) та американці

Девенпатор і Пейджем, сконструювали перші прототипи карет на електричній тязі [1]. Дані електричні екіпажі мали велику вагу та малу швидкість руху, що не перевищувала і 4 км/год. Основною ж проблемою даних машин були одноразові електричні блоки живлення. Зважаючи на те, що машина Роберта Андерсона їздила на батарейках, тому дана концепція не завоювала популярності у споживачів.

Тим часом, вже в 1859 році у Франції фізик Гастон Планте винайшов першу в світі електричну акумуляторну батарею, що заряджалася, а в 1881 році його співвітчизник Каміль Форе удосконалив її, запатентував і назвав батареєю FULMEN. Дана батарея була придатна для використання в автомобілі.

У 1881 році на виставці в Парижі був представлений триколісний електромобіль винахідника Густава Трове, який продемонстрував можливість автомобілів, що розвивали швидкість до 12 км/год і могли подолати відстань у 26 км [4].

На території Російської імперії перший електромобіль був змайстрований в 1898 році. Його творець – інженер Іполит Романов. Машина мала двомісний салон і розвивала максимальну швидкість близько 40 км/год [5].

До 1900 року, згідно з офіційними документами, в Америці і країнах Європи одна третина всіх існуючих автомобілів була електричними. Але, в 1912 році Генрі Форд представив суспільству концепцію масового виробництва автомобілів на нафті. При цьому, будучи ярим прихильником бензинових двигунів, він різко знизив ціни на дані транспортні засоби [6].

Існує декілька причин, які пояснюють чому електромобілі на кілька десятиліть пішли з автомобільної сцени світу:

1. До 1920-х років у США (та й в інших розвинених країнах світу) були побудовані дороги цілком придатної якості. Відповідно, потрібні були транспортні засоби, здатні долати великі відстані без підзарядки або дозаправки.

2. Відкриття в Техасі родовищ нафти знизило ціни на бензин, що зробило автомобілі з бензиновим двигуном більш доступними.

3. У 1912 році Чарльз Кеттерінг винайшов електричний стартер, який рятував від необхідності крутити ручку.

4. Генрі Форд своїм масовим виробництвом автомобілів збив ціну до прийнятного рівня в $ 500- $ 1000 за штуку. Електричні автомобілі, навпаки, продовжували рости в ціні. У 1912 році електричний родстер був проданий за $1750, а аналогічну бензинову - всього за $600 [7].

До 1935 року виробництво електричних машин на планеті Земля практично зникло. Потрібно було десятиліття, перш ніж людство заговорило про них знову.

Сучасні автоконцерни прагнуть створити автомобіль, який буде гармонійно поєднувати технічні характеристики, дизайн і вартість. Багато країн активно борються зі зниженням виробництва машин з ДВЗ, які завдають шкоди навколишньому середовищу викидами вуглекислого газу. Особливо жваво цим

зайнялися в Каліфорнії, де постійно зростає кількість екологічних авто від загального числа транспорту [8].

Незважаючи на те, що перший електромобіль був створений більш 100 років, його популярність сьогодні тільки зростає. Виробники постійно покращують всі складові електричного агрегату, щоб створити стильний, потужний і доступний електрокар. У недалекому майбутньому ці машини будуть не тільки їздити по вулицях усього світу, а й літати над ними.

Компанії-виробники працюють над інноваційними технологіями, які підвищують функціональність цих транспортних засобів, яскравими прикладами найбільш високотехнологічних і популярних електрокарів є Nissan Leaf, Chevrolet Bolt, гібрид Toyota Prius, Volkswagen e-Golf, Tesla. Особливо багато уваги розробники приділяють розвитку батарей, збільшуючи їх технічні і експлуатаційні показники, такі як швидкість зарядки і ємність. Особливих успіхів в цьому напрямку вдалось досягнути компанії Samsung – в кінці 2017 року вона представила графеновий акумулятор, котрий здатний заряджатися в 5 раз швидше, ніж класичні літій-полімерні акумулятори, а також характеризується істотно збільшеною ємністю [9].

А от зараз вже є цілком успішні моделі. Це відомі Tesla, гібрид Toyota Prius, Nissan Leaf, які на сьогодні продаються найкраще ніж інші автомобілі.

Список використаних джерел

1. Электромобиль: Техника и экономика /В. А. Щетина, Ю. Я. Морговский, Б. И. Центер, В. А. Богомазов; Под общ. ред. В. А. Щетины. Л.: Машиностроение. Ленинград. Отд-ние, 1987. 253 с.

2. Ставров О.А. Перспективы создания эффективного электромобыля. М.: Наука, 1984. 28 с.

3. Нартов Г. Монорельс Москва – Париж – Нью-Йорк. Юный техник. М., 1962. № 12. С. 46.

4. Романов Ипполит Владимирович [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://ru.wikipedia.org/wiki.

5. https://razborka.ua/articles/10483.

6. https://ecotechnica.com.ua/stati/1064-ukrainskie-elektromobili-istoriya-i-perspektivy.html.

7. https://hevcars.com.ua/reviews/evolyutsiya-elektricheskih-avtomobiley.

8. https://enki.ua/articles/kto-izobrel-elektromobili-i-pochemu-neft-pobezhdaet-elektrichestvo-5746.

9. http://dr-znai.com/istoriya-elektromobilej.html.

УДК 621.81

ПРОГНОЗУВАННЯ НАДІЙНОСТІ БАГАТОЕЛЕМЕНТНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ЗА РАПТОВИХ ВІДМОВ

О. І. АЛФЬОРОВ, д.т.н., доц.
Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, м. Харків
E-mail: alfogor@i.ua

Забезпечення досить високого рівня механічної надійності є однією з головних задач при створенні сучасних машин. На стадії проектування важливим є визначення необхідної величини коефіцієнта запасу, який забезпечить заданий рівень ймовірності безвідмовної роботи [1-4]. Поширеним видом механічних відмов елементів пружних підвісок робочих органів культиваторів є раптове руйнування або неприпустима залишкова деформація [5, 6]. Прогнозування ймовірності безвідмовної роботи культиватора в цьому випадку може базуватися на стохастичною моделі виникнення раптових відмов, обумовлених першим перевищенням величиною екстремальних навантажень величини несучої здатності будь-якого з елементів [1, 2]. Екстремальні навантаження і несуча здатність елементів передбачаються випадковими величинами, причому процес навантаження описується дискретною послідовністю незалежних випадкових екстремальних навантажень.

Мінімально необхідний (достатній) коефіцієнт запасу, який забезпечить задану величину ймовірності безвідмовної роботи γ за раптовими руйнуваннями при дії m екстремальних навантажень на послідовну в сенсі надійності систему [1-3], що складається з n елементів, визначається за формулою:

$$K_{\partial}(m,\gamma)=\left\{\frac{\chi\, S_1(m)}{\ln\left(1/\gamma\right)}\right\}^{1/b}, \qquad (1)$$

де $\chi=\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{K_{\min}}{K_i}\right)^b$ - величина, яка знаходиться в межах $1\le\chi\le n$. Її можна трактувати, як умовне число елементів в системі, наведене до найбільш навантаженого;

$K_i=\frac{\overline{P}_{\text{пі}}}{\overline{P}_{\text{ні}}}$ - коефіцієнти запасу по середнім значенням несучої здатності $\overline{P}_{\text{пі}}$ і екстремальних навантажень $P_{\text{ні}}$ елементів;

$K_{\min}$ - коефіцієнт запасу у найбільш навантажених елементів;

b – загальний параметр форми закону Вейбулла розподілів несучої здатності і екстремальних навантажень; $S_1(m)=\sum_{j=1}^{m}\frac{1}{j}$.

Під час роботи пружні стійки схильні до великих деформацій і напруг, що призводить до накопичення втомних пошкоджень в матеріалі і поломок [5]. Це знижує надійність технологічного процесу з огляду на те, що руйнування будь-якої зі стійок призводить до простоїв агрегату і додаткових витрат на запчастини і відновлення.

При цьому достатній коефіцієнт запасу, який може забезпечити задану ймовірність безвідмовної роботи культиватора γ=0,99 може бути визначений за допомогою застосування статистичного моделювання [7]. Моделювання виконувалося для випадків, коли розподіл несучої здатності має коефіцієнт варіації $V_п$=0,1, а коефіцієнт варіації навантаження $V_н$=0,15 и $V_н$=0,2. При $V_н$= $V_п$=0,1 и b=12,15 розрахунки $K_д$ проводились заформулою

$$K_д(m,\gamma)=\left\{\frac{\chi\left[C+\ln(m+0{,}51)\right]}{\ln\left(1/\gamma\right)}\right\}^{1/b},\quad C=0{,}57721... \qquad (2)$$

в якій $\chi=n$. Очікувана кількість екстремальних навантажень була прийнята m=100, при постійному коефіцієнті варіації розподілу несучої здатності і різних коефіцієнтах варіації екстремального навантаження $V_н$ (див. таблицю).

Таблиця 1. Достатній коефіцієнт запасу пружних стійок лап культиваторів різних моделей.

n	$V_н$=0,1	$V_н$=0,15	$V_н$=0,2
	$K_д$	$K_д$	$K_д$
9	2	2,195	2,385
13	2,06	2,215	2,425
31	2,213	2,415	2,605
42	2,268	2,465	2,675
57	2,326	2,525	2,745
71	2,368	2,565	2,755
84	2,401	2,602	2,805
126	2,482	2,682	2,915

За результатами проведених розрахунків аналізувався вплив кількості лап на культиватор і рівня розсіювання екстремального навантаження (за коефіцієнтом варіації $V_н$) на характер зміни достатнього коефіцієнта запасу. Виявлено, що зі збільшенням кількості лап величина коефіцієнта запасу, достатнього для забезпечення ймовірності безвідмовної роботи культиватора 0,99 істотно зростає. Проте, ця величина знаходиться в межах $2\le K_д\le 3$, і технічна реалізація такого рівня цілком можлива.

Список використаних джерел

1. Grynchenko O., Alfyorov O. Mechanical Reliability. Prediction and Management Under Extreme Load Conditions. Springer Nature Switzerland AG, 2020. 125 p. https://doi.org/10.1007/978-3- 030-41564-8.

2. Гринченко А. С. Основы прогнозирования и управления надежностью в условиях экстремальных загрузок : монография / А. И. Алферов, А. С. Гринченко. – Харьков: Планета-Принт, 2017. – 135 с.

3. Алферов, А. И. Прогнозирование надежности элементов машин при случайном пуассоновском потоке экстремальных нагружений / А. И. Алферов, А. С. Гринченко. // Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. – Харків. – 2017. – № 7. – С. 141-148.

4. Гринченко А.С. Статистическое моделирование и прогнозирование надежности при внезапных механических отказах/ А.С.Гринченко, В.Б.Савченко, А.П.Юрьева// Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка - Харків, 2015 - Вип. 163- С. 23-30.

5. Алфьоров, О. І. Експериментальне дослідження коливань робочих органів культиватора на пружній стійці. / О. І. Алфьоров, Р. В. Антощенков, Г. П. Юр’єва // Machinery & Energetics. Journal of Production Research. – Kyiv. Ukraine. – 2019. – Vol. 9. – № 2. – P. 129-132..

6. Гринченко А.С. Результаты моделирования напряженно-деформированного состояния S-образной стойки культиватора/ А.С. Гринченко, О.В.Полтавченко, А.И.Алферов, М.В.Марченко// Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка - Харків, 2011. - Вип. 114. - С. 299-304.

7. Теоретичний аналіз автоколивань грунтообробних органів на пружній підвісці з урахуванням стохастичних факторів / О. І. Алфьоров, О. С. Гринченко, В. Б. Савченко, Г. П. Юр'єва. // Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. – Харків. – 2016. – № 5. – С. 225-231.

УДК 004.89:656.13:658.5

СИСТЕМНО-СПРЯМОВАНИЙ ПІДХІД ДО ФОРМУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ

В. В. АУЛІН, д.т.н., професор,
А. В. ГРИНЬКІВ, к.т.н., с.н.с.,
С. В. ЛИСЕНКО, к.т.н., доц.,
О. М. ЛІВІЦЬКИЙ, здоб.,
А. О. ГОЛОВАТИЙ, асп.
Центральноукраїнський національний технічний університет
E-mail: aulinvv@gmail.com

Системно-спрямований підхід до формування інтелектуальної системи технічного сервісу (ІСТС) складається з системного аналізу, системного синтезу та мети спрямування. Системний аналіз – це основний метод дослідження таких складних систем, як ІСТС. Загальні етапи для будь-якої методики системного аналізу – це постановка завдання, дослідження системи і вибір найкращих рішень, формування опису системи.

На етапі постановки завдання визначаються цілі дослідження, проводиться виділення системи із середовища, розглядаються способи взаємодії системи із зовнішнім середовищем, формулюються основні припущення.

Етап формування опису ІСТС має наступні дії: декомпозиція системи на підсистеми та елементи; виділення сукупності підсистем; визначення загальної структури системи; визначення зв'язків структурованих елементів системи із зовнішнім середовищем та між собою; виявлення факторів, що підлягають врахування; вибір підходу до подання системи; формування варіантів подання системи.

Особливістю методик системного аналізу є те, що вони спираються на поняття системи і використовують загальні закономірності будови, функціонування і розвитку систем. Специфічними для конкретного дослідження етапами можуть бути синтез можливих структур досліджуваної ІСТС, прогнозування її поведінки при заданих умовах, виявлення способів досягнення певних станів.

Дослідження ІСТС полягає в накопиченні знань про властивості і відносини існуючих об'єктів до конкретних цілей. При проектуванні ІСТС створюються нові об'єкти із заданими властивостями. Для ІСТС характерними такі основні властивості: цілісність: як властивість системи, яка не є сумою властивостей її елементів; комунікативність: це коли система є підсистемою в системі більш високого рівня; ієрархічність; еквіфінальність: здатність складної системи досягати однакового кінцевого стійкого, незалежного від часу, при різних стартових умовах і різними шляхами, детермінованого початковими умовами; еволюційність розвитку; необхідна різноманітність; закономірності

цілеутворення: залежність цілей від рівня пізнання об'єкта (системи), а також від зовнішніх і внутрішніх факторів.

До головних загальносистемних атрибутів можливо віднести первинні елементи системи, відносини між елементами, закони композиції відносин, фон системи. При цьому доцільним буде використання восьми законів композиції, які сформулював В. Прангішвілі: закон переведення системи з одного стану в інший, зводячі до мінімуму вплив в критичній точці фазового переходу стану; закон еволюції, який свідчить, що будь-яка система в процесі розвитку проходить власний еволюційний шлях; закон піраміди свідчить, що коефіцієнт корисної дії будь-якої реальної системи не може досягати 100%, в зв'язку з чим енергія, поглинута системою ззовні, поступово зменшується в міру наближення до кінцевої мети; закон "острівкового ефекту", що дозволяє визначити можливий ступінь автономності системи в залежності від її параметрів і від властивостей зовнішнього середовища; закон єдності і боротьби протилежностей, що визначає можливість і умови об'єднання протиборчих сторін; закон причинно-наслідкових зв'язків; закон нестабільності системи, в процесі порушення когерентної взаємодії цієї системи; закон залежності потенціалу системи від зміни характеру взаємодії між її елементами.

Можливо виділити три основні групи властивостей складних ІСТС:

1. Властивості, що визначають взаємодію системи із зовнішнім середовищем (стійкість і характеристики станів системи).

2. Властивості, що характеризують внутрішню будову (структуру) системи. Структура систем будь-якої природи може змінюватися як в результаті взаємодії із зовнішнім середовищем, так і в результаті протікання внутрішніх процесів. При цьому ентропія виступає параметром, що характеризує зміну структури в часі. Ентропія у відкритих системах може як збільшуватися, так зменшуватися за рахунок її збільшення у зовнішньому середовищі.

3. Інтегральні властивості, що описують поведінку системи. Це передусім корисність, ефективність, надійність, керованість, безпека, живучість та ін. Одні властивості системи успадковують властивості її елементів, інші визначаються як деяка комбінація властивостей елементів, а ряд властивостей системи можливо розглядати як нові властивості, відсутні у її елементів. У загальному випадку інтегральні властивості ІСТС не є сумою властивостей її частин, тобто порушується принцип суперпозиції.

Системно-спрямований підхід до проектування ІСТС розглядає комплекс проблем і завдань, що виникають протягом життєвого циклу досліджуваної системи.

При цьому використовуються основні аксіоми системного проектування ІСТС:

1. З нерозв'язності загального завдання проектування систем випливає необхідність її декомпозиції на сукупність локальних завдань, упорядкованих багаторівневої паралельно-послідовної логічної схемою проектування.

2. З невизначеності вихідних даних і обмежень в загальному завданні

проектування випливає необхідність їх прогнозування та обміну проектними рішеннями між функціональними осередками системи проектування відповідно до певної логічної схеми.

3. З логічної суперечливості загального завдання проектування випливає необхідність організації ітераційних циклів, які визначають відповідність системних вирішальних процедур.

4. З неможливості сконструювати апріорі "наскрізне" правило переваги випливає необхідність побудови багаторівневого критерію оцінки проектних рішень.

Формальний опис та формальні моделі складної ІСТС є необхідним етапом дослідження. Формальні моделі потрібні для дослідження внутрішньої будови систем, для прогнозування, а також для визначення оптимальних режимів їх функціонування. Найбільш високий рівень абстрагування мають лінгвістичний і теоретико-множинний способи опису систем.

Лінгвістичний підхід до опису ІСТС випливає з характерних рис системи. Цей підхід має інтерес через те, що знання у вигляді виду інформації є найбільш доступними. Лінгвістичний підхід поступається в плані компактності теоретико-множинному способу опису. Алгебраїчний підхід до опису систем, розвинений Месаровичем і Тахакарой, у багатьох випадках дозволяє отримати корисні результати, але існують завдання, для яких більш природними є описи інших типів.

Найбільш поширеним є – теоретико-множинний спосіб опису. При цьому найбільш розвиненим напрямом теорії систем є феноменологічний, який базується на поданні системи S як деякого перетворення вхідних впливів множини факторів X у множину результативних вихідних величин Y, тобто $S \in X \text{x} Y$.

При цьому відкриті інтелектуальні системи неможливо уявити у вигляді функції, що дозволяє отримати вихід по входу через наявність невизначеностей. Вхідні впливи у відкритій системі можливо розділити на дві множини складові: визначені U і невизначені M, тоді маємо $X = U \text{x} M$, $S \in U \text{x} M \text{x} Y$.

В умовах невизначеності функціонування ІСТС, коли традиційним прийомом є посилення ступеня розмитості мови опису, часто в таких випадках переходять від розгляду вхідних і вихідних множин до розгляду підмножин їх елементів. Це призводить до імовірнісним і нечітким описам ІСТС. Характерною рисою таких систем як ІСТС, в яких бере участь людина – це прагнення до певної мети, тобто її цілеспрямованість. Для опису цілеспрямованої ІСТС застосовується підхід, відмінний від феноменологічного, який полягає в тому, що система описується за допомогою деякого завдання прийняття рішень (ЗПР).

В зв'язку з цим система $S \in X \text{x} Y$ – це система прийняття рішень. Якщо існує така множина ЗПР D_x, $x \in X$, розв’язок яких буде належати множині D_x та існує відображення Т: $Z \rightarrow Y$, що для $x \in X$ і $y \in Y$ пара (x, y) належить системі S тоді і тільки тоді, коли знайдеться таке $z \in Z$, що z є рішенням завдання D_x, а

$T(z) = y$.

Отже для конкретної ІСТС можна отримати як феноменологічний, так і цілеспрямований опис, якщо визначено мету. Існують різні підходи до формування цілей проектування ІСТС. Сформований на практиці стереотип – ясно поставлена мета є найголовнішою умовою успіху. Це в деякій степені суперечить досвіду фахівців з системного аналізу, які стверджують, що мета створення системи та її складових уточнюються в ході роботи. Мета функціонування ІСТС формується на початкових стадіях проектування, а досягається в момент часу $t = T$, тому в процесах їх проектування необхідно здійснювати дослідження і розробку образів майбутнього системи ІСТС на інтервалі функціонування $0 < t < T$. В зв'язку з цим однією з умов, що забезпечують успіх будь-якого проекту є побудова наступних прогнозів: прогноз стану або поведінки зовнішнього середовища (надсистеми), яка взаємодіє з досліджуваної ІСТС (об'єктом); прогноз зміни цілей функціонування і структури досліджуваної системи; прогноз розвитку конкуруючих або протиборчих підсистем, їх характеристик і стратегій поведінки.

Взаємодія ІСТС із зовнішнім середовищем, а також елементів системи один з одним може бути представлено моделями структури і моделями функціонування. Модель структури в залежності від мети дослідження може мати такі різновиди: зовнішня модель, коли систему представляють в канонічному вигляді, а зв'язки із зовнішнім середовищем – за допомогою входів і виходів; ієрархічна модель, в системі відбувається поділ за рівнями з використання принципу підпорядкування нижчих рівнів вищим; внутрішня модель, в якій відображені склад та взаємозв'язки між елементами системи.

Функціонування ІСТС може бути представлено: моделлю життєвого циклу, що характеризує процес існування системи від її проектування до ліквідації; операціональною моделлю системи, що представляє сукупність процесів її функціонування за основним призначенням.

Існують різні підходи до моделювання ІСТС. Побудова макромоделей великих систем, здійснюються на основі статичного підходу, які можуть використовувати різні типи описів: теоретико-множинний, лексикографічний, топологічний та ін. Макромоделі дають уявлення про залежність стану системи від поведінки людини і зовнішнього середовища, але не враховують змагальний характер розвитку і не містять уявлень про ефективність.

Структурно-функціональний підхід пов'язаний з побудовою моделі структури, елементи якої являються функціями. При виявленні механізму, що породжує функції, використовують теоретико-множинний апарат і математико-лінгвістичні засоби.

Ситуаційне моделювання пропонується для розв’язання завдань динамічного управління складними інтелектуальними системами в умовах невизначеності. В такій системі представлено кінцевий набір можливих ситуацій і відповідних їм управлінських рішень. Можливість класифікації ситуацій обумовлює застосованість цього підходу.

Імітаційне моделювання ІСТС ґрунтується на використанні суб'єктивних припущень про динаміку процесів, що розглядаються. Можливо одержати диференціальні рівняння тільки для ідеалізованої структури систем при усереднених значеннях параметрів в процесі моделювання їх динаміки. Прикладами таких моделей можуть слугувати моделі системної динаміки Дж. Форрестера. Розроблені ним точкові моделі дають хороші результати в тих випадках, коли вони достатньо прості і коли оперують великими просторами усереднення змінних. При цьому спостерігаються ускладнення, які зазвичай, супроводжуються переходом до моделей розподілених в просторі. Виникають також серйозні труднощі із заданням граничних умов, визначенням невідомих коефіцієнтів рівнянь, а також ускладненнями обчислювального характеру.

Імітаційне моделювання дискретних систем і процесів пов'язане, в основному, з розробкою спеціалізованих мов (SIMULA, GPSS і ін.). Вони застосуються при моделюванні технологічних процесів, а також моделюванні функціонування організаційних систем. Розвиток технологій програмування та штучного інтелекту істотно полегшує процес розробки імітаційних моделей. З'явилися мови і системи інтелектуального імітаційного моделювання, доступні широкому колу користувачів. На ринку програмного забезпечення популярними стали візуальні пакети системної динаміки Ithink, ReThink, PowerSim і т.д.

Синергетичний підхід до моделювання ІСТС враховує нелінійність, що є одним з проявів невиконання принципу суперпозиції. В системно-спрямованому підході використовується динамічна імітаційна модель системи, що описує процес її розвитку за допомогою понять – інформація і ентропія. Найбільше відображення зв'язку ентропії та інформації отримало у вигляді неентропійного принципу Бриллюена.

Зазначимо, що в процесі еволюції ІСТС істотним є не кількість інформації, а її цінність. Це тісно пов'язано зі ступенем використання інформації. Цінність інформації є тим більшою, чим менше існує способів виконати необхідну функцію, не володіючи цією інформацією. Іншими словами, цінність характеризує незамінність інформації. У процесі використання інформації відбувається відбір елементів-ознак, або вирішальних елементів які дають переваги в ході розвитку.

Проектування ІСТС передбачає вирішення завдань синтезу, які в залежності від вихідних даних, поділяють на три класи синтезу: структури, при заданих алгоритмах функціонування; оптимальної поведінки і алгоритмів функціонування системи при відомій структурі; структури і алгоритмів функціонування, розподіл функцій за елементами і визначення оптимального складу.

Вимоги, що пред'являються до ІСТС, залежать від конкретних умов і визначальним чином впливають на якість одержуваних рішень. Вибір оптимальних рішень з множини існуючих ускладнюється наступними обставинами: альтернативні рішення реально не існують; відсутні кількісні або об'єктивні вимірювання властивостей системи, що проектується; відсутнє

уявлення про найкраще рішення або воно є неоднозначним і суперечливим; є необхідність врахування багатьох критеріїв в процесі прийняття рішень; вимоги змінюються з плином часу.

Завдання структурного синтезу ІСТС вважається найбільш важким для формалізації проектної процедури. Для синтезу необхідна інформація про базові елементи інтелектуальної системи, макроелементів і узагальнені структури проектованого об'єкта. В процесі розробки інтелектуальних систем, як правило використовуються автоматизація структурного синтезу. Для представлення знань про об'єкти синтезу зазвичай використовуються об'єктно-орієнтовані моделі. Поширеним засобом представлення узагальнених структур є І-АБО-дерева. Відомі такі підходи до алгоритмізації структурного синтезу: перебір закінчених структур; нарощування структури; виділення варіанту з узагальненої структури; трансформація готових описів.

Відсутність суворого загального рішення завдання синтезу складної неоднорідної ІСТС обумовлено наступними причинами: початкова інформація про склад елементів і відносин між ними обмежена, різним рівням опису системи відповідають свої склад елементів; можливі альтернативні способи поділу складної системи на елементи; в повному обсязі властивості інтелектуальної системи можна отримати підсумовуванням властивостей її частин; в процесі формалізації зв'язки між елементами зазвичай подаються через бінарні відносини або відносини, що зводяться до бінарним, в той час відомо, що інтелектуальна система, будучи цілісною організацією, не зводиться до бінарним відносин; проектування нових систем часто є пошуком принципово нових рішень, отже, ефективний метод вирішення завдання повинен включати процеси, що ведуть до утворення нових структур з новим складом елементів і відносинами між ними.

Таким чином, розглянуте теоретичне обґрунтування системно-спрямованого підходу формування інтелектуальної системи технічного сервісу є новим підходом, на основі якого можливо побудувати ефективну систему технічного сервісу транспортних машин і мобільної сільськогосподарської техніки.

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. Методологічні основи проектування та функціонування інтелектуальних транспортних і виробничих систем : монографія / В. В. Аулін, А. В. Гриньків, А. О. Головатий [та ін.] ; під заг. ред. В. В. Ауліна. - Кропивницький : Лисенко В. Ф., 2020. – 428с.

3. Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. Питер, 2000.

4. Використання економіко-математичного моделювання та

інформаційних технологій для забезпечення ефективного управління регіональної економіки / Аулін В.В. та ін. "Нові інформаційні технології навчання в навчальних закладах України". 2001. Вип.7. С.236-239.

5. Петров Е.А., Краус В.А. Уровни управления интеллектуальной транспортной системой. Весник СибАДИ. 2013. Вип. 3 (31). С 61-66.

6. Hahanov V.I., Guz O.A., Ziarmand A.N., Ngene Christopher Umerah, Arefjev A. Cloud Traffic Control System. Proc. of IEEE East-West Design and Test Symposium. 2013. P.72-76.

7. Аулін В.В. Зв'язок форм авторегулювання (квазікерування) і властивостей ТТС в синергетиці підвищення їх надійності. Проблеми довговічності матеріалів, покриттів та конструкцій: збір. мат. доповідей IV-ої міжнар. інтернет-конф. Вінниця: ВНТУ, 2016. С.11-12.

8. Аулін В.В., Гриньків А.В. Теоретичне обгрунтування моментів контролю технічного стану систем і агрегатів засобів транспорту. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. 2017. №8. С. 9-20.

9. Chen Xue-Mei, Wei Zhong-Hua. Vehicle management system based on multinode RFID cards. 30th Chinese Control Conference (CCC). 2011. P. 5497-5499.

10. Jiang Lin-ying, Wang Shuai, Zhang Heng, Tan Han-qing. Improved Design of Vehicle Management System Based on RFID. Intelligent System Design and Engineering Application (ISDEA):International Conference 2010. Vol. 1. P. 844-847.

11. Аулін В.В., Жулай О.Ю., Бобрицький В.М. Теоретичні основи діагностичного моніторингу і системи керування технічним станом мобільної сільськогосподарської техніки. Праці Таврійської держ. агротехн. академії. 2006. Вип.39. С.43-54.

12. Боровской А.Е., Новиков И.А., Шевцов А.Г. Внедрение интеллектуальных транспортных систем в рамках национальных программ повышения безопасности дорожного движения. Весник ХНАДУ. 2013. Вип. 61-62. С. 279-284.

13. Samad T. Perspectives in Control Engineering Technologies, Applications, and New Directions. Intelligent Transportation Systems: Roadway Applications. 2001. P. 348 -369.

14. Хаханов В.И., Литвинова Е.И., Чумаченко С.В., Филипенко О.И. Интеллектуальное облако управления движением (Smart Cloud Traffic Control). Информационные технологии. 2013. №2. С. 67-76.

15. Hahanov V., Gharibi W., Baghdadi Ammar Awni Abbas, Chumachenko S., Guz O., Litvinova E. Cloud traffic monitoring and control. Proceedings of the IEEE: 2013: 7th International conference on intelligent data acquisition and advanced computing systems (IDAACS). 2013. P. 244-248.

16. Bortyakov D.E., Mescheryakov S.V., and Shchemelinin D.A. Integrated Management of big data traffic systems in distributed production environments. Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика. Телекоммуникации. Управление. 2014. № 1. С. 105-113.

17. Кудрявцева А. С. Киберфизическая система как развитие автоматизации на всех этапах жизненного цикла деятельности предприятия на основе внедрения цифровых технологий. Системный анализ в проектировании и управлении. 2019. № 1. С. 312-320.

18. 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 2009р. Вип.39. С. 287-291.

УДК 621.891:656.13

ІННОВАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПРИПРАЦЮВАННЯ СПРЯЖЕНЬ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСПОРТНИХ МАШИН ТА МОБІЛЬНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

В. В. АУЛІН, д.т.н., професор,
С. В. ЛИСЕНКО, к.т.н., доц.,
А. Є. ЧЕРНАЙ, асп.,
В. В. СЛОНЬ, здоб.,
А. П. ЛУКАШУК, асп.
Центральноукраїнський національний технічний університет
E-mail: aulinvv@gmail.com

Підвищення надійності транспортних машин (ТМ) та мобільної сільськогосподарської техніки (МСГТ) пов'язане з процесами зміни технічних параметрів спряжень деталей систем і агрегатів. Характер протікання цих процесів безпосередньо залежать від відхилень форми та точності взаємного розташування робочих поверхонь деталей в спряженнях. Різні види цих відхилень обумовлені порушеннями технології виготовлення та збирання вузлів, систем і агрегатів машин у виробництві та ремонті. При наявності втрат точності розташування деталей та їх переміщень в процесі експлуатації відбуваються заклинювання, удари, вібрації, порушення герметичності спряжень та ін. Зазначене приводить до відмов, зниження ресурсу, втрат енергії, перегрівання спряжень деталей і агрегатів, підвищення витрат паливно-мастильних матеріалів. Поліпшенням ефективності процесів припрацювання ресурсовизначальних спряжень деталей ТМ та МСГТ, забезпеченням високої якості та усуненням геометричних відхилень взаємного розташування і форми деталей, підготовкою їх до сприйняття експлуатаційних навантажень, можливо вирішити проблему підвищення довговічності вузлів, систем і агрегатів.

Більшість методів припрацювання спрямовані на прискорення процесів, а не на перенесення умов пристосування спряжених поверхонь деталей на початковий період їх експлуатації, що є недостатньо ефективним при

припрацюванні деталей. Відсутність відомостей про динаміку зміни технічного стану спряжень деталей силових агрегатів трансмісій не дає змоги ефективно управляти процесами припрацювання. Використання геомодифікаторів тертя до моторної і трансмісійної олив зменшує коефіцієнт тертя в спряженнях деталей, але ускладнює їх припрацювання при наявності геометричних відхилень. При цьому усунення геометричних відхилень забезпечується за рахунок надлишкового зносу. Додавання постійного електричного струму і оливи обумовлює наявність абразивних частинок за рахунок електроерозійної дії на робочу поверхню деталі, призводить до максимального локального зміцнення і, в той же час, зменшується їх ресурс.

Використання змінного електричного струму і електроліту в процесах припрацювання дає можливість прискорити взаємне пристосування робочих поверхонь деталей з різних матеріалів, типів спряжень та видів геометричних відхилень і одночасно реалізувати підвищення довговічності розробкою на цій основі інноваційної технології припрацювання спряжень ТМ та МСГТ з формуванням еквідистантних робочих поверхонь.

Визначено, що основною причиною втрати роботоздатності та відмов деталей машин є процеси зміни технічного стану та значень параметрів при терті та зношуванні. Ряд вітчизняних та зарубіжних вчених: Ю.М. Петров, В.П. Алексеєв, І.А. Кравець, Г.П. Шаронов, О.Г. Терхунов, В.В. Аулін, P. Blau, K. Ludema, S. Furuchama та ін. виявили, що процеси припрацювання спряжень деталей та режими змащення істотно впливають на підвищення довговічності машин. Характер і інтенсивність припрацювання залежить від умов експлуатації, режиму змащення, типу спряжень та виду геометричних відхилень деталей.

Розроблено схему взаємозв’язку змін геометрії спряжень деталей при виготовлені, збиранні, обкатуванні, експлуатації та ремонті вузлів, систем і агрегатів машин. Проаналізовано особливості і проблеми припрацювання підшипників ковзання двигунів, спряжень деталей трансмісій та турбокомпресорів, гідроагрегатів, зубчастих зачеплень та розглянуто основні їх фактори. Проведено порівняльний аналіз методів їх припрацювання та розроблено критерії оцінки, за якими визначено, що найбільш ефективним є метод електрохіміко-механічного припрацювання з накладанням однофазного або трифазного змінного електричного струму.

Розроблено методологію дослідження і розв’язання проблеми підвищення довговічності ТМ та МСГТ інноваційною технологією припрацюванням спряжень деталей вузлів, систем і агрегатів машин з різними матеріалами та видами геометричних відхилень, структуру, методи та методики теоретичних і експериментальних досліджень, використанням в оливах присадки геомодифікатора тертя. Визначено, що для розв’язання поставлених завдань необхідний системно-спрямований підхід та розробка ефективних способів усунення геометричних відхилень і отримання еквідистантності спряжених поверхонь, які забезпечують найбільшу ефективність процесів припрацювання. Визначено структуру, методи і методики експериментальних досліджень

процесів припрацювання, усунення різних видів геометричних відхилень деталей спряжень, закономірностей зміни параметрів їх робочих поверхонь та режимів змащення, а також розроблено теоретичне обґрунтування можливостей управління комплексом процесів.

Запропонований метод припрацювання спряжень деталей, як триботехнологія, дає нові можливості розв'язання проблеми довговічності вузлів, систем і агрегатів машин, розглядаючи складові властивості надійності не як адитивні, а як синергетичні компоненти, теоретичні основи яких розроблено проф. В.В. Ауліним. Виходячи з цього, метод ефективно об'єднує чотири основні властивості надійності і забезпечує: безвідмовність спряжень деталей – зменшенням припрацювального зносу, що не дозволяє вийти за межі граничних зазорів; підвищення довговічності спряжень деталей – зменшенням тривалості припрацювання і величини зносу; ремонтопридатність – розширенням полів допусків спряжень деталей; збережуваність експлуатаційних показників – можливістю суміщення процесів припрацювання з процесами відновлення при обкатці вузлів і агрегатів та під час їх експлуатації.

Виявлено, що запропонована інноваційна технологія припрацювання, як сучасна триботехнологія, забезпечує збільшення ресурсу на різних етапах життєвого циклу машин, в той час як основний рівень надійності закладається при проектуванні та виготовленні машин. Показано, що підготовка робочих поверхонь спряжень деталей до сприйняття експлуатаційних навантажень при припрацюванні ефективно підвищує ресурс при мінімальному зносі і швидкій стабілізації моменту тертя.

Теоретично обґрунтовано розвиток площі плями контакту різних типів спряжень деталей та видів геометричних відхилень та збільшення швидкості їх усунення за рахунок забезпечення мінімального зазору та максимальної швидкості з´єму матеріалу з формуванням еквідистантних спряжень поверхонь. Отримані відповідні формули для оцінки площ плям контакту та визначено характер їх теоретичних залежностей від величини геометричних відхилень.

На спряжених робочих поверхнях деталей силових агрегатів і трансмісій ТМ та МСГТ виявлено характерні ділянки геометричного відхилення, в яких відбувається тільки процес анодного травлення і збереження еквідистантності поверхонь, а в зоні безпосереднього контакту – чергуються механічне активування і анодне травлення. Досліджено розподіл опору протіканню струму в спряженні деталей з геометричними відхиленнями та епюри швидкості знімання матеріалу деталей при їх припрацюванні. Отримані формули необхідних величин об’єму матеріалу, що знімається, та товщини шару електроліту. Наведено результати експериментальних досліджень закономірностей процесів припрацювання різних типів спряжень деталей, здійснено вибір складу електроліту та олив з присадкою геомодифікатора тертя при суміщенні процесів в запропонованому методі припрацювання.

Виявлено, що при методі накладання змінного електричного струму вдається ефективно припрацювати спряження деталей з перекосами до

0,76 мм/100 мм довжини, в той час, як припрацювання з більшою дефектністю ускладнено. Зазначено, що стабілізація моменту тертя свідчить про закінчення процесу припрацювання. Визначено, що без накладання електричного струму досліджувані спряження деталей не припрацьовувались.

Запропонований метод припрацювання з формуванням еквідистантних поверхонь кардинально змінює закономірність розвитку площі плям контакту на зразках вкладишів колінчастого валу. Експериментально доведено, що для підвищення ефективності припрацювання слід розділити спряжені поверхні деталей електролітом. Виявлено, що ефективність процесів припрацювання у запропонованому методі за розвитком питомої площі плями контакту на одиницю величини зносу в 4 рази вище методів на основі механічних процесів. Досліджено режими і закономірності процесів методу: з роздільними етапами проведення припрацювання та накладанням однофазного змінного електричного струму на окремі спряження деталей та їх системи (двигуни); з суміщеними етапами проведення припрацювання та накладанням трифазного змінного електричного струму для одночасного припрацювання системи спряжень деталей. Встановлено їх вплив на показники припрацювання методом математичного планування експерименту, отримані рівняння регресії питомого розвитку площі плями контакту на одиницю зносу від навантаження, тривалості припрацювання і сили струму. Наведено результати експериментальних досліджень та підвищення довговічності і зносостійкості поршневих кілець передремонтною доводкою, закономірностей припрацювання основних спряжень деталей гідроагрегатів, турбокомпресорів, зубчастих зачеплень методом накладання змінного електричного струму.

Список використаних джерел

1. Аулін В.В. Фізичні основи процесів і станів самоорганізації в триботехнічних системах: [монографія] / В.В. Аулін. – Кіровоград : Лисенко В.Ф., 2014. – 369 с.

2. Трибофізичні основи підвищення надійності мобільної сільськогосподарської та автотранспортної техніки технологіями триботехнічного відновлення: монографія / В.В. Аулін, С.В. Лисенко, О.В. Кузик, А.В. Гриньків, Д.В. Голуб; ред.: В.В. Аулін. – Кропивницький: Лисенко В. Ф., 2016. – 303 с.

3. Замота Т.Н. Управление процессами приработки основных сопряжений деталей машин при изготовлении и ремонте: Монография / Т.Н. Замота, В.В. Аулин. – Кировоград: Издатель Лысенко В.Ф. – 2015. – 304 с.

4. Александров Е.Е. Повышение ресурса технических систем путём использования электрических и магнитных полей: монография / Е.Е. Александров, И.А. Кравец, Е.П. Лысиков и др. – Х.: НТУ "ХПИ", 2006. – 544 с.

5. Blau P.J. Friction Science and Technology From concepts to application / Peter J. Blau. – 2nd ed. 2009 by Taylor and Francis Group, CRC. Press – 420 p.

6. Wear resistance increase of samples tribomating in oil composite with geo modifier KGMF-1 / V. Aulin, S. Lysenko, O. Lyashuk [et al.] // Tribology in Industry. – Vol. 41. – №. 2. – P. 156-165.

7. Новий погляд на фізичну природу процесів тертя / В. В. Аулін, С. В. Лисенко, А. В. Гриньків, І. В. Жилова // Підвищення надійності машин і обладнання : міжнар. наук.-практ. конф., 15-17 квіт. 2020 р., м. Кропивницький : матеріали конф. / М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. експлуатації та ремонту машин. - Кропивницький : ЦНТУ, 2020. – С. 11-12.

8. Аулін, В. В. Модель надійності деталей транспортних машин за процесами реалізації триботехнологій їх припрацювання і відновлення / В. В. Аулін, С. В. Лисенко, А. В. Гриньків // Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки : зб. наук. пр. - Кропивницький : ЦНТУ, 2019. - Вип. 2 (33). - С. 50-64.

9. Можливості технологій триботехнічного відновлення для підвищення зносостійкості і довговічності спряжень деталей транспортних засобів / В. В. Аулін, С. В. Лисенко, А. В. Гриньків [та ін.] // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті : наук. жур. - Луцьк : Луцький НТУ, 2018. - №1(10). - С. 5-11.

10. Трибологические переходы при приработке поверхностей трения сопряжений деталей / В. В. Аулин, Т. Н. Замота, С. В. Лысенко и др. // Проблеми трибології. - Хмельницький : ХНУ, 2017. - № 4. - С.87-96.

УДК 004.89:656.13:658.5

ФУНКЦІЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОСТІ ТРАНСПОРТНО-ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМ ТА МОЖЛИВОСТІ ЇХ АРХІТЕКТУРИ

В. В. АУЛІН, д.т.н., професор,
А. В. ГРИНЬКІВ, к.т.н., с.н.с.,
Д. В. ГОЛУБ, к.т.н., доц.,
В. О. ДЬЯЧЕНКО, асп.,
А. О. ГОЛОВАТИЙ, асп.
Центральноукраїнський національний технічний університет
E-mail: aulinvv@gmail.com

Функції інтелектуальних транспортних систем є системи, що інтегрують сучасні інформаційні, комунікаційні та телематичні технології, технології управління і призначені для автоматизованого пошуку та прийняття до реалізації максимально ефективних сценаріїв управління транспортною системою регіону (міста, дороги), конкретним транспортним засобом або групою транспортних засобів, з метою забезпечення заданої мобільності

населення, максимізації показників використання дорожньої мережі, підвищення безпеки та ефективності транспортного процесу, комфортно для водіїв і користувачів транспорту. Функція інтелектуальності забезпечуються за рахунок:

– максимально можливої автоматизації процесів управління транспортно-дорожнім комплексом;

– вироблення прогнозних управлінських рішень на основі сучасних математичних рішень і високо ефективних апаратно-програмних реалізацій.

На технічному рівні інтелектуальна транспортно-виробнича система (ІТВС) має розподілену елементну архітектуру на транспортних засобах та в інфраструктурі, як підсистемах ІТВС.

Підсистема ІТВС має закінчений, в рамках одного прикладного завдання, комплекс технологічних рішень, що реалізується на основі застосування технічних засобів телематики. Вона включає комплекс отримання цільових даних (на основі власної системи моніторингу, або від суміжної підсистеми), апаратно-програмний комплекс аналізу та прийняття рішення відповідно до функціонального завдання.

Інфраструктура ІТВС – це комплекс технічних засобів, периферійних пристроїв і каналів зв'язку, що виконують функції в ІТВС і не розташованих на транспортних засобах. До інфраструктурі ІТВС слід також віднести:

– дорожній комплекс всіх підсистем, в тому числі: технічні засоби моніторингу, аналізу та прийняття рішення відповідно до функціональних завдань підсистем, засоби реалізації управлінських рішень;

– ситуаційні, диспетчерські та оперативні центри.

До бортових засобів ІТВС відноситься комплекс апаратно-програмних засобів який штатно або додатково встановлених на транспортних засобах й забезпечує вирішення завдань інформаційної взаємодії з інфраструктурою ІТВС або з іншими транспортними засобами в рамках функціональних завдань різних підсистем ІТВС. Здійснюється зазначене з метою реалізації функцій моніторингу, управління та оптимізації руху, стану транспортного засобу, водія і вантажів, а також забезпечення інформаційної підтримки дій водія. Бортові ІТВС реалізують такі функції:

– надання водію допомогу в передбаченні дорожньої обстановки;

– запобігання небезпечної ситуації;

– зниження стомлюваності водія й приймання частини навантаження з управління автомобілем на себе;

– у випадку, якщо водій самостійно не зміг виконати необхідні дії по запобіганню дорожньо-транспортних пригод (ДТП), або знижуючи тяжкість її наслідків, автоматично беруть управління на себе;

– дозволяють ідентифікувати транспортний засіб і параметри його роботи.

В ІТВС істотну роль відіграють зовнішні інформаційні підсистеми як інформаційні системи різних видів транспорту. В їх рамках передбачена

оперативна та інша взаємодія на основі поєднаної диспетчеризації, а також інформаційні системи різних міністерств і відомств, в яких передбачено функціональний зв'язок з ІТВС.

При формуванні прикладної архітектури ІТВС в режимі проектування на підставі вимог замовника (з урахуванням інтересів споживачів, транспортної політики, рівня взаємодії оперативних служб органів виконавчої влади та т.д.) здійснюється формалізоване комплексне уявлення про функціональну та технічну структуру, зональні параметри і рівні сумісності транспортно-телематичних систем (підсистем ІТВС), взаємодія яких з максимальною ефективністю забезпечує необхідну мобільність населення і використання дорожньої мережі при заданому рівні транспортної та екологічної безпеки. До прикладної архітектури включається комплекс підсистем, що визначаються в процесі проектування локальної ІТВС.

Функціональна архітектура ІТВС визначає функції окремих елементів, модулів і локальних підсистем (ЛП), включаючи зв'язки між ними (рис.1). Вона базується з урахуванням сервісної специфіку, тобто враховує попит споживачів в різних її підсистемах. Окремі підсистеми функціональної архітектури містять ряд процесів, з яких складаються телематичні додатки (телематичні елементи). Складовою частиною завдань функціональної архітектури ІТВС є інформаційна архітектура системи, яка дає точний опис інформаційних процесів у всіх підсистемах і телематичних додатках, включаючи вимоги до вхідних і вихідних потоків інформації. Інформаційна архітектура може відрізнятися в різних підсистемах ІТВС.

Функціональна архітектура визначає модульну структуру ІТВС, в якій прописуються цільові спрямування розгортання ІТВС (безпека, організація дорожнього руху, моніторинг на дорозі і в транспортному засобі), та цільові групи завдань, навколо яких сформовані підсистеми ІТВС в транспортних засобах, в дорожній інфраструктурі, а також реалізована їх інтегрованість.

Структура об'єктів ІТВС в значній мірі визначає комплекс груп підсистем, які відповідно до світового досвіду є частиною комплексних проектів ІТВС. Слід зазначити, що до груп підсистем ІТВС відносяться підсистеми і диспетчерського управління. В підсистемі задіяні всі категорії транспорту, що виконують комерційні та цільові перевезення, управління транспортними потоками і інформаційним сервісом. Розглянути також групи підсистем дорожнього господарства, в тому числі по контролю транспортної ситуації і за станом дороги. Дані групи підсистем найбільш часто є предметом цільового замовлення на проектування і можуть існувати як інтегровано в складі ІТВС, так і самостійно. Ці групи також характеризуються регіональним (муніципальним) рівнем контролю.

У деяких випадках структурний опис груп підсистем вимагає більш докладного опису транспортних технологій. Зокрема, група підсистем управління транспортними потоками включає дві комплексні технології: директивні і непрямі принципи управління. Такі комплекси також можуть бути

предметом замовлення на самостійне проектування на муніципальному і відомчому рівнях. Всі підсистеми ІТВС формуються за рахунок набору опорних технологій, зміст і параметри яких визначаються на стадії проектування підсистем або ІТВС в цілому, якщо проектування окремої опорної технології не було самостійним пунктом вимог щодо проектування регіональної ІТВС.

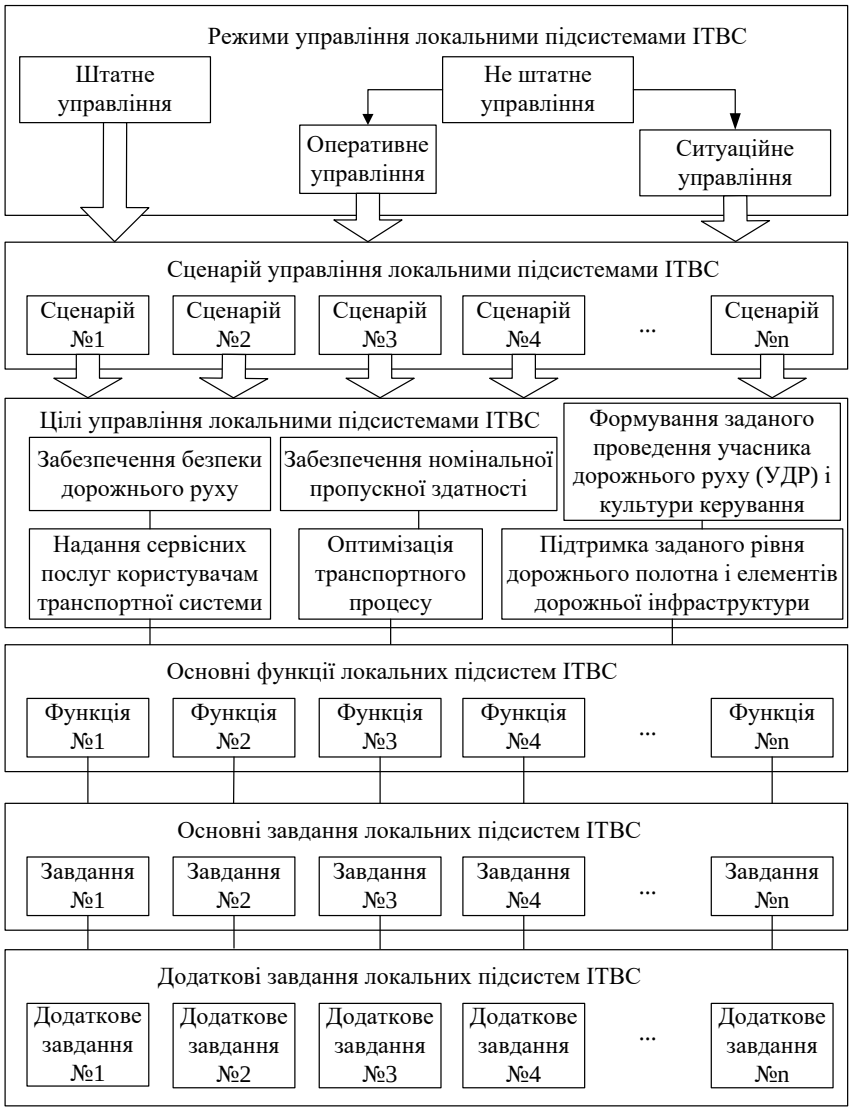


Рис. 1. Функціональна (управлінська) архітектура підсистем в інтелектуальних транспортно-виробничих системах

Технічне виконання опорних технологій пов'язано з розвитком телематичних елементів дорожньої інфраструктури, а також з освоєнням або створенням стандартів зв’язаної і комунікаційної взаємодій суб'єктів і об'єктів ІТВС. У комплексі ІТВС технічні елементи формують поняття про фізичну архітектуру.

За допомогою стандартизації телематичних елементів і стандартів передачі інформації формуються вимоги до параметрів обігу інформації як всередині ІТВС за технологічними завданнями підсистем, так із зовнішніми

інформаційними системами. До уваги беруться і інформаційні системи різних видів транспорту, оперативних служб органів виконавчої влади, які мають відповідну компетенцію, а також функції користувачів ІТВС. Інша форма класифікації функцій ІТВС описується ієрархічною структурою і процесами в підсистемах ІТВС. Кожен процес в підсистемах характеризується конкретними функціями і параметрами, які висувають вимоги до вхідної і вихідної інформації, а також до способу обробки інформації. В якості вимог до вхідної інформації окремих процесів відносяться частоти та визначення інтерфейсів вхідної інформації, вимоги до передачі вхідної інформації від датчиків. До вимог обробки інформації в рамках процесу відносяться, зокрема, захищеність і надійність даних в процесах обробки, властивості використовуваних алгоритмів. Зазначимо, що для надійного функціонування телематичних додатків необхідно забезпечити синхронізацію (узгодження) між окремими процесами. Ця синхронізація може бути кодовою, щоб обмін інформацією відбувався за узгодженими протоколами, або тимчасовою, для приведення масиву інформації до єдиної шкали часу, і простору, яка вимагає, те щоб інформація була віднесена до єдиної спільної точки простору.

Опорні технології ІТВС використовують виходи окремих частинних процесів, які синхронізовані в часі, за кодом і в просторі. До опорним технологій ІТВС відносять: підтримку транспортного планування, інформацію про водія автомобілів, електронний збір оплати за проїзд на автомагістралях, управління громадським транспортом, управління перевезеннями вантажними транспортними засобами тощо.

Ієрархічна структура інформаційної архітектури ІТВС, з опорними технологіями розташовується в декілька шарів (рис.2).

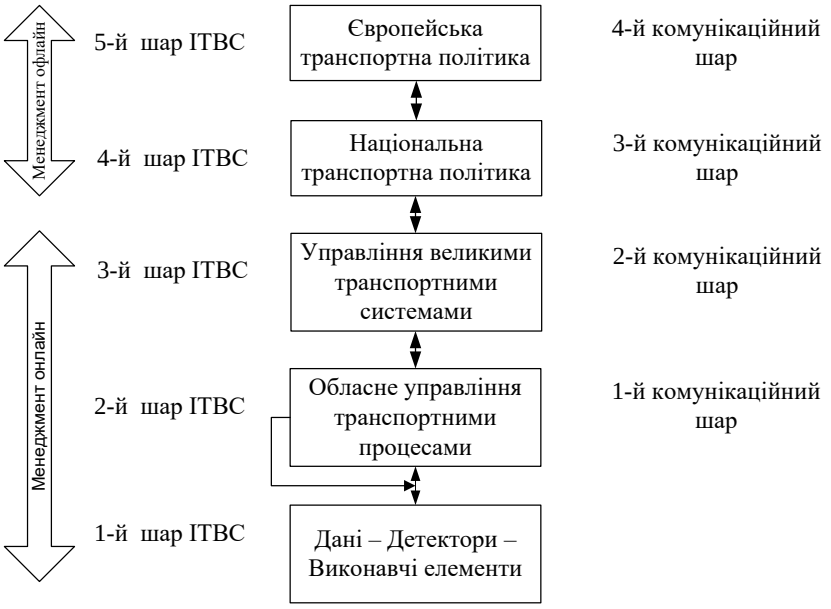


Рис. 2. Ієрархічна структура інформаційної архітектури інтелектуальних транспортно-виробничих систем

Ієрархічна структура є основною передумовою оптимальної

інформаційної архітектури з точки зору просторової і цінової оптимізації. За цими чинниками слід шукати єдину модель ієрархічної структури, яка буде враховувати різні вимоги до захищеності, надійності і доступності збору, передачі та обробки інформації.

Перший шар ІТВС являє собою найнижчий рівень системи, яка утворена як детекторами, так і виконавчими елементами і в ньому проводиться збір даних і дії з процесів управління.

Другий шар ІТВС характеризує оперативне управління невеликими ділянками транспортних мереж, окремих терміналів або транспортних засобів.

Третій шар ІТВС характеризує всю транспортну мережу великих ділянок і, в більшості випадків, мова йде про обробку, уніфікації і отримання інформації з підсистем другого шару.

Четвертий шар ІТВС відображає державну транспортну політику і її необхідні частини: створення фонду розвитку транспорту, навантаження та фінансування транспортної інфраструктури, оцінка втрат від пригод, статистична обробка даних та ін. Телематичні елементи можна розглядати як джерело інформації для визначення цих параметрів.

П'ятий шар ІТВС являє європейський рівень та транспортну політику країн - членів Європейського Союзу.

Кожен шар, природно, можна поділити на споживачів (перевізник, пасажир, водій і т.д.) і інфраструктуру. Ієрархічна структура ІТВС однакова як для споживачів, так і для інфраструктури. Комунікаційне середовище між першим і другим шарами пред'являє більш жорсткі вимоги до захисту, надійності та доступності передачі інформації. Одночасно дане середовище має відповідати й іншим вимогам, які, в більшості випадків, ведуть до створення власного комунікаційного середовища. У першому комунікаційному шарі передається найбільша кількість даних. У міру просування у верхні шари зменшуються обсяги переданих даних і знижуються вимоги до параметрів самої передачі. Для більш високих комунікаційних шарів, в основному, можна використовувати послуги існуючих телекомунікаційних організацій. При описі окремих шарів ІТВС слід підкреслити, що максимально підтримується комунікація між кожним шаром і мінімальна комунікація спостерігається між сусідніми шарами.

Перший шар ІТВС характеризується збором статичних і динамічних даних про транспортно-експлуатаційні якості шляху, транспортних засобах та транспортних терміналах. Характерним для цього шару, крім збору даних, є здійснення управління за допомогою виконавчих елементів. На автомобільному транспорті мова йде про наступні додатки збору даних:

– про транспортно-експлуатаційний стан автомобільної дороги: інтенсивність, склад, щільність та швидкість руху, метеорологічні дані та ін.;

– про транспортні засоби: стеження за небезпечним вантажем, моніторинг викрадених автомобілів, автоматичне оповіщення про ДТП і т.д.;

– про транспортні термінали: зайнятість парковок, стан логістичних центрів і т.д.;

– про стан і зміну виконавчих елементів: зміна стану керованих дорожніх знаків, зміна стану світлофорів та ін.

Другий шар ІТВС включає, головним чином, велику кількість регіональних систем управління, які здійснюють незалежне управління на невеликих ділянках транспортних систем. В області автомобільного транспорту до цієї верстви відносяться, в першу чергу, центри управління роботою транспорту міст, центри управління тунелями, центри управління рухом через державні кордони, системи управління окремими ділянками автомагістралей і т.д. Завжди мова йде про певну галузь, яка в більшості випадків характеризується єдиним підходом до управління. В області громадського транспорту це системи управління рухом автобусів і трамваїв, системи управління метро тощо.

Третій шар ІТВС об'єднує системи управління другого шару і включає центри управління великими транспортними системами. В області автомобільного транспорту мова йде, в більшості випадків, про центри управління рухом міст, системи управління рухом на мережі автомагістралей, системи управління тунелями і т.д. У громадському транспорті, в більшості випадків, мова йде про центри управління роботою міського пасажирського транспорту.

Четвертий шар ІТВС є найвищим ланкою окремих видів транспорту на національному та регіональному рівнях і служить для впровадження транспортної політики та міждержавної взаємодії: електронні цифрові карти автомобільних доріг, масиви інформації для користувачів доріг, системи поширення інформації та їх міжнародної передачі. Цей шар інтегрує політичне, соціальне і економічне планування транспорту для всіх зацікавлених суб'єктів. Шар відрізняється, в першу чергу, збором статистичних даних про транспортні системи і служить для оцінки основних параметрів функціонування транспорту на відповідному рівні. Результатом оцінки якісних характеристик роботи транспортної системи на національному рівні є і визначення розміру фінансування окремих видів громадського транспорту з державного бюджету. Даний шар є частиною інформаційної системи країни, і дані, які він надає, повинні використовуватися іншими державними інститутами.

П'ятий шар ІТВС повинен бути ланкою регіональної (європейської, глобальної) транспортної політики і служити для її активної підтримки. На підставі збору даних з окремих регіонів повинні вирішуватися питання капітальних вкладень в транспорт на рівні ЄС (або глобальному рівні).

Фізична і комунікаційна архітектура при цьому визначає вимоги, що пред'являються до програмного забезпечення та апаратних засобів інформаційних і телекомунікаційних технологій, включаючи їх просторову локалізацію (рис.3) та непряме (КУТП) і директивне (ДУТП) управління транспортним процесом.

Відповідно до встановленої функціональної і інформаційної архітектури слід визначити конкретні фізичні рішення телекомунікаційних елементів і програмне забезпечення ІТВС. Критеріями прийняття рішень є

функціональність, безпека, надійність і не в останню чергу загальні витрати, пов'язані з придбанням і експлуатацією системи. Фізична архітектура першого рівня обумовлена вибором датчиків і виконавчих елементів.

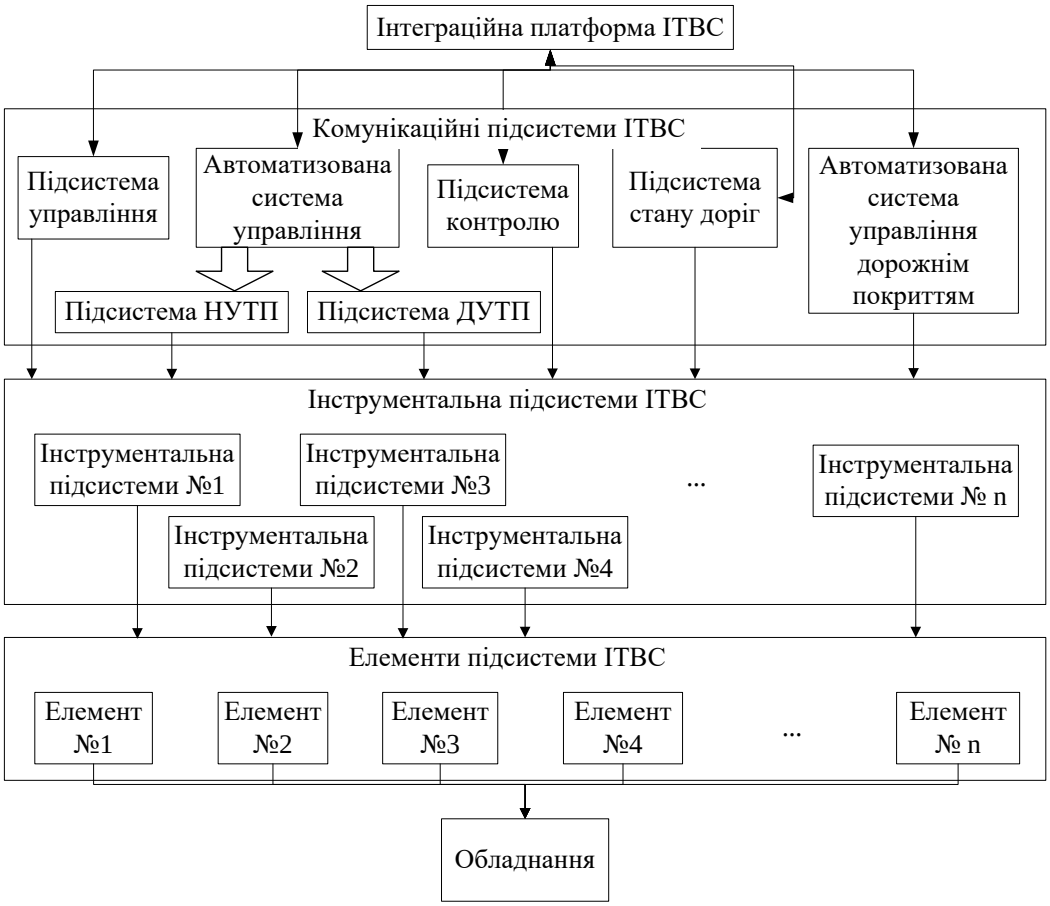


Рис. 3. Фізична архітектура інтелектуальних транспортно-виробничих систем

Між першим і другим рівнем здійснюється передача найважливіших даних, яка в більшості випадків тісно пов'язана з безпекою дорожнього руху та управлінням транспортними потоками. Передача між першим і другим рівнями зазвичай забезпечується за допомогою власного спеціального телекомунікаційного середовища, яке повинне гарантувати задоволення вимог до захищеності, доступності та надійності передачі інформації.

Другий рівень обробляє дані і здійснює зональне управління. Він утворюється, в основному, обчислювальною технікою, склад якої визначається відповідно вимог до інформації, яка обробляється Телекомунікація між другим і третім рівнями реалізується відповідно до вимог конкретних процесів. Ці вимоги дуже різноманітні. Передбачається, що приблизно половина інформації передається без вимог до надійності, доступності та захищеності, в той час як передача другої половини повинна гарантувати задоволення цих вимог.

Третій рівень визначений інформаційними технологіями управління та логістики найбільших транспортних областей. При цьому програмне забезпечення та апаратні засоби вибираються виходячи з вимог окремих

процесів. Телекомунікаційна середовище між третім, четвертим і п’ятим рівнями в переважній більшості випадків утворюється звичайним середовищем одного з існуючих операторів постійних мереж. Передача в транзитному шарі телекомунікаційних мереж відрізняється особливо високим ступенем доступності і взагалі високою якістю середовища. Однак необхідно забезпечити захист системи інформації, що зберігається і передається.

В якості прикладу можна навести фізичну архітектуру ІТВС США (US Department of Transport), в якій транспортна телематика поділяється на дві основні підсистеми:

– робота на транспортному шляху (пасажир, транспортний засіб);

– управління транспортними процесами (центри управління роботою транспорту, управління на дорозі).

Дані підсистеми поділяються на модулі та програми. Така архітектура створена в США пояснюється тим, що автомобільного транспорту. В ідеології ІТВС США постулюється, що якщо автомобільний транспорт є складовою частиною інтермодального і мультимодального транспорту, а отже слід розширити кількість підсистем інтелектуальних транспортних систем.

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. Методологічні основи проектування та функціонування інтелектуальних транспортних і виробничих систем : монографія / В. В. Аулін, А. В. Гриньків, А. О. Головатий [та ін.] ; під заг. ред. В. В. Ауліна. - Кропивницький : Лисенко В. Ф., 2020. – 428с.

3. Аулін В.В. Методологія підходів до дослідження шляхів і сукупності факторів забезпечення належного рівня ефективності і надійності транспортних систем / В.В. Аулін, В.В. Біліченко, Д.В. Голуб [та ін.] // Вісник машинобудування та транспорту, 2017. – №2. – С. 4-14.

4. Формування показників оцінки ефективності транспортного процесу перевезень / В. В. Аулін, Д. В. Голуб, В. В. Біліченко, А. С. Замуренко // Вісник машинобудування та транспорту. - Вінниця : ВНТУ, 2020. - № 1(11). - С. 4-10.

5. Аулін, В. В. Інтелектуальні транспортні системи як результат впровадження інноваційних ефективних технологій / В. В. Аулін, А. В. Гриньків, А. О. Головатий // Підвищення надійності машин і обладнання : міжнар. наук.-практ. конф., 15-17 квіт. 2020 р., м. Кропивницький : матеріали конф. / М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. експлуатації та ремонту машин. - Кропивницький : ЦНТУ, 2020. – С. 207.

6. Аулін В.В. Концептуальний підхід дослідження функціонування транспортних систем / В.В. Аулін, Д.В. Голуб, А.В. Гриньків / Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції "Перспективні напрями розвитку регіональних транспортних та логістичних систем", 22-23 травня 2018 р. –

Харків: ХНАДУ, 2018. – С.14-17.

7. Аулін, В. В. Реалізація фізико-інформаційного підходу дослідження проблеми підвищення надійності та ефективності функціонування транспортної системи / В. В. Аулін, Д. В. Голуб // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета : сб. науч. тр. – Харьков : ХНАДУ, 2018. – Вып. 81. – С. 21-28.

8. Теоретичний підхід до оцінки ймовірностей безвідмовної роботи транспортних та виробничих систем і ланцюгів постачань на основі їх логічних структурних схем надійності / В. В. Аулін, Д. В. Голуб, С. В. Лисенко [та ін.] // Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки : зб. наук. пр. – Кропивницький : ЦНТУ, 2020. – Вип. 3 (34). – С. 290-304.

УДК 541.13; 621

ЕЛЕКТРОХІМІЧНИЙ ДАТЧИК КИСНЮ

А. А. ТРОЦ, к.т.н., доц.,
А. А. ЗАСУНЬКО, асистент,
С. З. ХМЕЛЬОВСЬКА асистент
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Проблема оптимізації процесу спалювання палива однозначно, на даному етапі, вирішує проблему оптимізації енергозбереження затрат при мінімумі екологічних проблем в чорній металургії, енергетиці, транспорті та інших базових галузях. Проблеми енергозбереження і екології є безумовно актуальними і потребують свого технічного вирішення, рівень якого крім професіоналізму виконання залежить від фінансових можливостей.

Таким чином, проблема має три важливі сторони, які оптимально вирішуються повною або частковою автоматизацією контролю і регулювання технологічного процесу з оперативним комп’ютерним втручанням в обробку, збереження і передачу інформації.

Джерелами первинної інформації таких автоматизованих систем є первинні перетворювачі компонентного складу технологічних атмосфер. Особливе місце займає визначення кисню в газовій технологічній атмосфері. На даний час уже сформовано комплекс основних вимог до первинних перетворювачів концентрації кисню. Вони включають: точність не менше 1,5% в широкому вимірювальному діапазоні, що обумовлений необхідністю реалізації близько 100 технологічних діапазонів зміни концентрації кисню в газовій суміші конкретних технологічних процесів; малогабаритність при максимальній простоті конструкції і технології виготовлення; малоенергоємкість з мінімумом впливу на об’єкт виміру; універсальність як до умов експлуатації так і до вихідних сигналів в плані можливості стикування з

існуючими системами обробки даних; стандартизація в плані відповідності європейським та світовим вимогам до взаємозаміни такої техніки.

Вказані вимоги максимально реалізовані в твердоелектролітному комбінованому вимірювальному перетворювачі (ТЕКВП) кисню, який був розроблений під егідою АІН України.

Високотемпературні технологічні процеси управління режимами технологічних атмосфер базових галузей промисловості повністю автоматизовані і переоснащуються типовими універсальними комп'ютерними системами вводу-виводу, обробки, збереження і передачі інформації від первинних джерел інформації (датчиків), вихідні сигнали яких є вхідними сигналами комп'ютерної системи. Актуальними стають системи виміру, контролю та регулювання типу «Первинний вимірювальний перетворювач» - «Система аналогово-цифрового перетворення» - «Оброблюючий комп'ютер», які спрощують технологічне оснащення процесів управління технологічними режимами шляхом максимальної універсалізації складових частин необхідного устаткування.

Застосування ТЕКВП в цих системах дають можливість:

- задовольнити запити вітчизняного виробника на апаратуру такого типу вітчизняного виробництва;
- забезпечити виконання вимог, що висуваються до рівня якості та безпеки сучасного технологічного процесу;
- виготовляти власне універсальну систему виміру кисню як виду вітчизняної конкурентно спроможної продукції комерційного характеру для зовнішньої та внутрішньої торгівлі.

На рис. 1 приведена конструкція електрохімічного датчика кисню та двоокису вуглецю. Електрохімічний датчик складається із двох твердоелектролітних пробірок 1 і 2. Негазощільна керамічна вставка 3 разом з пробірками 1 і 2 утворюють систему капілярів. Пробірки 1, 2 утворюють опорний газовий простір 4, що промивається. На пробірці 1 нанесені електрод 5 і струмовідвід 6. При чому електрод 5 контактує з вимірювальним середовищем, а струмовідвід 6 з опорним газовим простором 4. Аналогічно на пробірці 2 виконані електрод 7 і струмовідвід 8. Струмовідвод 8 виводом 9, а стромовідвід 6 виводом 10 з'єднані з зовнішньою електричною мережею. Пробірка 2, електрод 7 і струмовідвід 8 утворюють кулонометричну електрохімічну зону. А пробірка 1, електрод 5, струмовідвід 6 і опорний газовий простір 4 утворюють потенціометричну електрохімічну зону. Капіляри 3 з'єднані з зовнішньою атмосферою. Датчик оснащений корпусом 11, кожухом 12 і кожухом 13. Захисний шар 14 виконано з електроізоляційного матеріалу, який притискається ущільненням 15. Для забезпечення робочої температури при необхідності датчик оснащено нагрівачем. Датчик з нагрівачем розміщено в корпусі. Нагрівач і корпус на кресленні не зображені.

В основу конструкції поставлене завдання створити електрохімічний датчик кисню та двоокису вуглецю на базі цирконієвого датчика кисню (лямбда-зонда). Поставлене завдання досягається тим, що в цирконієвий датчик

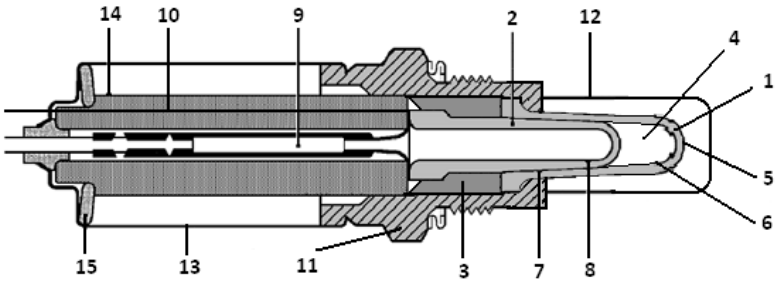


Рис. 1. Твердоелектролітний вимірювальний перетворювач кисню.

Таблиця

Технічні характеристики ТЕКВП

Діапазон вимірювальних тисків	0 – 100%
Температурний діапазон, К	873 – 1173 К
Вихідний вимірювальний сигнал	До 1,2 В
Струм дозування	0 – 0,3 А
Споживча потужність	1 – 1,5 Вт
Напруга живлення	0,5 – 1,7 В
Похибка вимірювання	0,5 %
Габаритні розміри	30х30х90 мм

кисню, що містить в собі цирконієву пробірку з нанесеними електродами, буде додана ще одна пробірка з електродами, при цьому між ними буде негазощільне з'єднання. Виконання датчика у вигляді двох пробірок дозволяє суттєво підвищити точність вимірів за рахунок створення високоточного електроду порівняння.

Температурний діапазон роботи газоаналізатору обумовлений температурним діапазоном роботи твердого електроліту цирконію. Вихідний вимірювальний сигнал створюється на зовнішніх електродах потенціометричної зони, чисельні значення якого знімаються вольтметром або електронною системою зняття та обробки даних. Струм дозування та напруга живлення подаються на внутрішні електроди кулонометричної зони. Маленька похибка вимірювань обумовлена високою точністю вимірювань газоаналізатором. В ньому присутня опорна газова область, яка насичена стопроцентним чистим киснем і за допомогою якої відбувається виміри концентрації кисню у зовнішньому вимірювальному середовищі.

УДК 62-242.004.67

ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУВАННЯ ЗАСОБІВ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ І РОЗДАВАННЯ КОРМІВ

А. В. НОВИЦЬКИЙ, доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Необхідність розробки системи технічного обслуговування і ремонту (СТОР) засобів для приготування і роздавання кормів (ЗПРК) обумовлена кількома причинами. По-перше, необхідно дотримуватись положення ст. 7 «Право покупця сільськогосподарських машин на інформацію» Закону України «Про захист прав покупців сільськогосподарських машин». По-друге, природнім бажанням споживачів вказаних машин є необхідність підвищення його експлуатаційної надійності.

Згідно Закону України «Про захист прав покупців сільськогосподарських машин», виробник несе повну відповідальність перед споживачем за якість виробленої продукції, що викликає необхідність розробки документації на її ефективну експлуатацію, в тому числі, з метою підвищення її конкурентоздатності.

З точки зору споживачів, підвищення експлуатаційної надійності засобів для приготування і роздавання кормів за рахунок раціонально організованої СТОР є одним із найважливіших напрямків підвищення ефективності тваринництва та дозволяє суттєво знизити збитки від простоїв техніки. Із ускладненням ЗПРК, підвищенням рівня їх механізації та автоматизації підвищується їх вартість, а відповідно і збитки від простоїв з технічних причин.

Вказані властивості належать системам ЗПРК, як важливим складовим технологічних ліній приготування і роздавання кормів, як складовим складної технічної системи «Людина - Машина - Середовище» (СТС «ЛМС»). Для таких систем, відмова будь-якого елемента призводить до відмови системи в цілому. При цьому, підприємство крім затрат на позаплановий ремонт, який передбачає витрати на придбання запасних частин та заробітну плату для ремонтних працівників, передбачає витрати від підвищення собівартості продукції.

Збитки від простоїв ЗПРК можна знизити за рахунок формування та оптимізації науково - обгрунтованої СТОР, включаючи моделі управління технічним станом машин та моделі довговічності робочих органів машин.

СТОР ЗПРК повинна бути централізованою ієрархічною системою і включати наступні рівні: фірми – виробників машин; регіональні представники фірм – виробників; сервісні центри з технічного обслуговування і ремонту машин фірм – виробників; фірми споживачі машин. Як правило, єдиного підходу для обґрунтування періодичності проведення ТОР ЗПРК не існує, але вказані рекомендації можна встановити для окремих елементів вказаних машин, які мають зростаючу функцію інтенсивності відмов. При цьому, для

деталей і робочих органів, які лімітують надійність ЗПРК, і характеризуються зростаючими інтенсивностями відмов, повинна призначатись оптимальна періодичність технічного обслуговування і ремонту.

УДК 614.8:631.3

ОСНОВНІ ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ТА ЗАХИСТУ ЗДОРОВ'Я ПІД ЧАС ВИКОРИСТАННЯ ВИРОБНИЧОГО ОБЛАДНАННЯ ПРАЦІВНИКАМИ

Є. І. МАРЧИШИНА, доцент, канд. с.г. наук
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: marchyshyev@gmail.com

В Україні введені в дію «Вимоги безпеки та захисту здоров'я під час використання виробничого обладнання працівниками», які розроблено на основі Директиви 2009/104/ЄС Європейського Парламенту та Ради стосовно мінімальних вимог щодо безпеки та здоров'я при використанні робочого обладнання робітниками при здійсненні професійної діяльності. Вони не обмежують право роботодавця встановлювати жорсткіші вимоги щодо безпеки і захисту здоров'я та життя своїх працівників під час використання ними виробничого обладнання, якщо це не суперечить законодавству.

Роботодавець повинен вживати необхідних заходів, щоб виробниче обладнання, яке використовується працівниками, відповідало виконуваній роботі або було належним чином пристосоване для виконання роботи та не становило загрози їхньому життю або здоров'ю. Під час вибору виробничого обладнання роботодавець зобов'язаний враховувати конкретні умови праці, ризики щодо безпеки, здоров'я та життя працівників, наявні на робочих місцях, та будь-які додаткові ризики, пов'язані з використанням цього виробничого обладнання. Якщо неможливо повністю забезпечити використання виробничого обладнання працівниками без ризику для їхньої безпеки, здоров'я та життя, роботодавець повинен вжити усіх заходів для мінімізації цих ризиків.

Виробниче обладнання, що надається працівнику та використовується ним, має бути технічно справним і відповідати:

1) вимогам відповідних технічних регламентів, якщо виробниче обладнання виготовлене після дати набрання чинності такими технічними регламентами;

2) мінімальним вимогам безпеки, а також нормативно-правовим актам з охорони та гігієни праці, якщо виробниче обладнання виготовлене до дати набрання чинності відповідними технічними регламентами, дія яких поширюється на таке виробниче обладнання, або технічні регламенти щодо відповідного виробничого обладнання відсутні.

Роботодавець повинен здійснювати моніторинг, оцінку технічного стану такого виробничого обладнання, як машини, механізми, устаткування підвищеної небезпеки (первинний, періодичний, позачерговий технічні огляди, експертне обстеження), та нагляд за їх безпечною експлуатацією відповідно до вимог нормативно-правових актів з охорони та гігієни праці.

Первинному технічному огляду підлягають машини, механізми, устаткування підвищеної небезпеки після монтажу перед першим уведенням в експлуатацію, коли безпека їх використання залежить від умов монтажу такого виробничого обладнання, у порядку, визначеному нормативно-правовими актами з охорони та гігієни праці та технічними документами щодо його експлуатації.

Періодичному технічному огляду підлягають машини, механізми, устаткування підвищеної небезпеки, що перебувають в експлуатації, за видами та в терміни, визначені відповідними технічними документами виробника щодо експлуатації такого виробничого обладнання або нормативно-правовими актами з охорони та гігієни праці.

Позачерговому технічному огляду підлягає таке виробниче обладнання, як машини, механізми, устаткування підвищеної небезпеки. Позачерговий технічний огляд здійснюється в таких випадках: після ремонту, модифікації (реконструкції або модернізації) зазначеного виробничого обладнання; після перерви в експлуатації зазначеного виробничого обладнання більш як 12 місяців, якщо умови його зберігання не відповідали вимогам нормативно-правових актів з охорони та гігієни праці. Позачерговий технічний огляд проводиться згідно з вимогами нормативно-правових актів з охорони та гігієни праці та технічних документів щодо експлуатації виробничого обладнання.

Експертному обстеженню підлягають машини, механізми, устаткування підвищеної небезпеки в таких випадках:

- після закінчення призначеного строку експлуатації такого виробничого обладнання, визначеного нормативно-правовими актами з охорони та гігієни праці або технічними документами щодо його експлуатації, а також після закінчення нового строку експлуатації такого виробничого обладнання, встановленого за результатами його експертного обстеження;
- у разі аварії або пошкодження зазначеного виробничого обладнання, спричиненого надзвичайною ситуацією природного чи техногенного характеру, з метою визначення можливості його відновлення;
- перед проведенням модифікації (реконструкції або модернізації) виробничого обладнання з метою визначення можливості їх проведення;
- в інших випадках, якщо експертне обстеження зазначеного виробничого обладнання передбачено у нормативно-правових актах з охорони та гігієни праці, або за ініціативою роботодавця.

Результати технічного огляду та експертного обстеження машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки зберігаються у роботодавця протягом усього терміну експлуатації цього виробничого обладнання.

У разі експлуатації підприємством устаткування підвищеної небезпеки поза межами його території суб'єкт господарювання повинен мати відповідні документи щодо проведення останнього технічного огляду та/або експертного обстеження цього виробничого обладнання.

Якщо застосування виробничого обладнання пов'язане з можливістю виникнення ризику для життя та здоров'я працівників, роботодавець повинен вжити усіх необхідних заходів для забезпечення:

- використання виробничого обладнання безпосередньо працівниками, яким це доручено;
- здійснення ремонту, реконструкції, модернізації, технічного обслуговування виробничого обладнання безпосередньо працівниками, яким це доручено.

Роботодавець повинен надати працівникам всі необхідні технічні документи та нормативно-правові акти з охорони праці щодо експлуатації виробничого обладнання, що використовується в роботі.

Працівники мають бути поінформовані про:

- небезпеку, що може виникнути в робочій зоні або на майданчику під час використання виробничого обладнання;
- небезпеку, пов'язану з виробничим обладнанням, розташованим у їх робочій зоні або на майданчику (якщо працівники безпосередньо не використовують таке обладнання);
- будь-які зміни, що впливають на виробниче обладнання, розташоване в їх безпосередній робочій зоні або на майданчику.

Роботодавець повинен забезпечити консультування працівників з питань охорони праці, а також їх участь в обговоренні всіх питань щодо безпеки, захисту здоров'я та життя, пов'язаних з використанням виробничого обладнання.

Список використаних джерел

2. Войналович О. В., Марчишина Є. І., Білько Т.О. Охорона праці у сільському господарстві. К: Центр навчальної літератури, 2017. 691 с.

3. Войналович О. В., Марчишина Є. І., Кофто Д. Г. Безпека виробничих процесів у сільськогосподарському виробництві. К: Видавничий центр НУБіП України. 2015. 418 с.

УДК 631.17:631.372

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ЗМІНИ ЗАТРАТ НА ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУВАННЯ ТРАКТОРІВ В УКРАЇНІ

В. І. СКІБЧИК, кандидат технічних наук, старший викладач,
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Збільшення річного навантаження на трактори сільгосптоваровиробниками України призводить до їх швидкого зношення, збільшення частоти технічних відмов і, як наслідок, збільшення затрат на їх технічне обслуговування та ремонт (ТОР) й недоотримання потенційного врожаю.

Поруч з цим, темп оновлення парків техніки сільгосптоваровиробників характеризується уповільненням, спричиненим імпортозалежністю України та високими цінами на сільськогосподарську техніку, зокрема тракторів. Для науково обґрунтованого комплектування та оновлення машинно-тракторних парків сільськогосподарських товаровиробників необхідно вирішувати задачу з визначення раціональних термінів використання придбаної ними мобільної сільськогосподарської техніки з урахуванням планової інтенсивності її використання. Одним із чинників, які визначають раціональні терміни володіння технікою, є затрати на її ТОР. Відповідно першочерговим завданням на шляху розв'язання вищеозначеної задачі є дослідження закономірностей зміни затрат на ТОР техніки, зокрема тракторів, в Україні.

На даний час на міжнародному рівні застосовується стандарт ASABE D497.7 (2011 р.) [1]. З використанням методики ASABE D497.7 вченими [2] було встановлено, що для тракторів 4к4, які експлуатувалися в умовах господарств Італії, за максимального наробітку (12 тис. мотогодин) витрати на ТОР (виражені у відсотках від прейскурантної ціни) складають 48,6%. Це означає, що коефіцієнти методики ASABE D497.7 потребують уточнення під задані умови використання тракторів.

Результати виконаних нами вибіркових спостережень щодо щорічної інтенсивності використання тракторів, зміни затрат на їх ТОР, тривалості перебування техніки в експлуатації дали змогу встановити закономірності зміни затрат на ТОР тракторів різної потужності від наробітку та тривалості перебування в експлуатації.

Встановлено, що акумулятивні затрати на ТОР тракторів різних потужностей зростають за степеневими та поліноміальними закономірностями із зростанням відповідно їх акумулятивного (сумарного) наробітку та тривалості перебування в експлуатації (рис. 1, а, б). У розрізі потужностей тракторів означені закономірності є різними, а саме – для високопотужних тракторів (Challenger MT865C, 527 к.с.) зі зростанням наробітку та тривалості перебування в експлуатації затрати на ТОР збільшуються значно стрімкіше, ніж

для менш продуктивніших тракторів (John Deer 6170R, 170 к.с.) за такого ж зростання наробітку (рис. 1, а) та тривалості перебування в експлуатації (рис. 1, б).

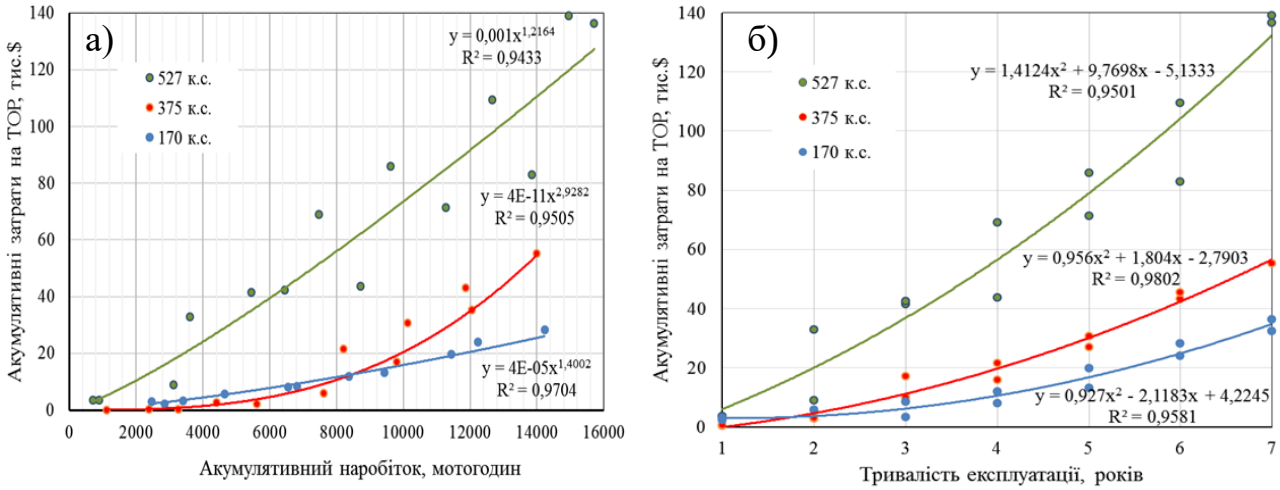


Рис. 1 Закономірності зміни затрат на технічне обслуговування та ремонт тракторів різної потужності від: а) наробітку б) тривалості перебування в експлуатації

Це дає підстави стверджувати, що величина затрат на ТОР тракторів залежить не тільки від їх наробітку та тривалості перебування в експлуатації, а й від потужності. Зокрема, зі зростанням потужності техніки, затрати на ТОР будуть збільшуватися.

Аналіз значень акумулятивних затрат на ТОР тракторів різних виробників і потужностей у відсотку до початкової вартості техніки дає змогу зробити висновок, що зі зростанням акумулятивного наробітку тракторів цей відсоток зростає за степеневою залежністю та на момент регламентованого максимального наробітку трактора [1] 16000 мотогодин становить близько 30% його вартості.

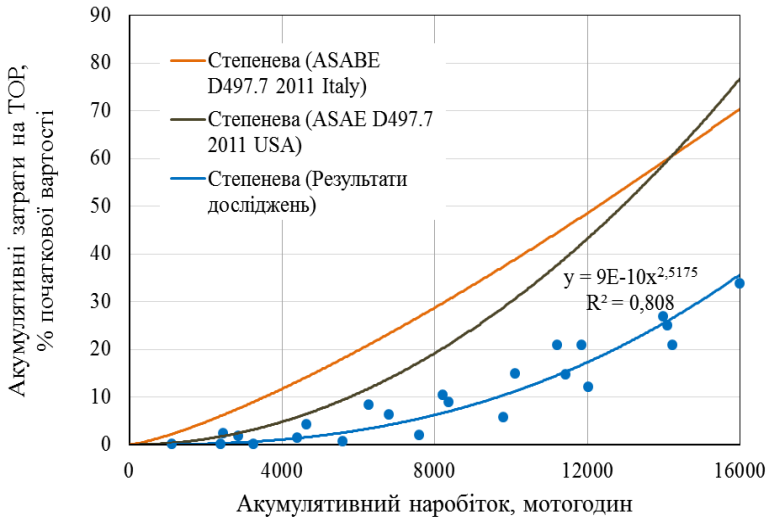


Рис. 2. Порівняння закономірностей зміни акумулятивних затрат на технічне обслуговування та ремонт тракторів усіх потужностей в умовах експлуатації різних країн у % до початкової вартості

Слід зауважити, що для тракторів різних виробників і потужностей зміна акумулятивних затрат на ТОР у відсотках до їх початкової вартості від акумулятивного наробітку описується однаковою закономірністю (рис. 2).

Порівнюючи отриману закономірність зміни акумулятивних затрат на ТОР тракторів у відсотках до початкової вартості від наробітку із відомими закономірностями [1 – 7], слід зауважити, що в Україні такі затрати є нижчими, ніж, наприклад, у США та Італії (рис. 2). Зокрема максимальне значення затрат на ТОР повнопривідних тракторів в Україні на 16000 акумульованих мотогодин складає 30% їх початкової вартості.

Стандарт ASABE D497. 7, 2011 р. регламентує витрати на ТОР тракторів, що експлуатуються у господарствах США на рівні 76,8% їх початкової вартості на 16000 акумульованих мотогодин, а для тракторів, що експлуатуються у господарствах Італії – на рівні 70 %. Характер зміни цих затрат у різних країнах відрізняється (рис. 2). Як свідчить аналіз ринку тракторів та запчастин до них, їх вартість в Україні та закордоном значно не відрізняється.

Отже, встановлені закономірності зміни затрат на технічне обслуговування та ремонт тракторів різної потужності від наробітку та тривалості перебування в експлуатації описуються степеневими і поліноміальними зростаючими функціями та є різними в розрізі потужностей тракторів. В Україні максимальне значення затрат на технічне оснащення і ремонт повнопривідних тракторів з регламентованим максимальним наробітком 16000 акумульованих мотогодин складає 30% їх початкової вартості, що є майже в двічі меншим у порівнянні з таким показником у США та Італії. Це дає підстави стверджувати, що вартість робіт з ТОР тракторів в Україні є досить низькою, ніж закордоном.

Список використаних джерел

1. ASAE STANDARDS, 58th D497.7: Agricultural machinery management data. St. Joseph, Mich. ASABE, 2011.
2. Lazzari M., Mazzetto F., Chapter S. Analisi economica delle macchine agricole (Economical analisys of agricultural machines). In Prontuario di meccanica agraria e meccanizzazione (Agricultural mechanic and mechanization handbook). Reda ed. Torino, 2009.
3. Ward, S. M., McNulty, P .B., Cunney, M.B. Repair costs of 2 and 4 WD tractors. Trans. ASAE, 1985. 28 (4). P. 1074–1076.
4. Morris J. Estimation of Tractor Repair and Maintenance Costs. The British Society for Research in Agricultural Engineering, 1988. Vol. 41. P 191–200.
5. Zeidy, M. A., Zafar A. W., Sabir M. S. A mathematical model for repair and maintenance cost of agricultural machinery. AMA, 1992. № 23. P 70–72.
6. Almassi M., Yeganeh H. Determination a suitable mathematical model to predict the repair and maintenance costs of farm tractors in Karoon Agroindustry Company. Agric. Sci., 2002. № 33. P 707–716.

7. Ashtiani-Eraghi A., Ranjbar I., Toorchi M., Optimum mathematical model for predicting R&M costs of operation tractors in Mazandaran Dasht-e-Naz Farm Company. J. Agri. Sci., 2006. № 15. P 101–112.

УДК 361.3

З ІСТОРІЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ: ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛЮВАННЯ

А. В. НОВИЦЬКИЙ, кандидат технічних наук, доцент,
В. І. МЕЛЬНИК, кандидат економічних наук, доцент,
Ю. І. РЕВЕНКО, кандидат технічних наук, доцент,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: novytskyy@nubip.edu.ua, vim2607@gmail.com

Вся історія матеріальної культури людства – це історія створення все більш надійних і міцних виробів і машин, будинків і споруд, мостів і доріг, автомобілів і кораблів. Лише інтуїція та досвід були основою для інженерів.

Техніка ускладнювалась і прийшло розуміння щодо необхідності забезпечення її надійності не лише завдяки проведенню звичайних інженерних розрахунків, а і застосовуючи прогнозування майбутнього, передбачення випадкового.

В середині XIX століття відбулося поєднання в одній науці «абстрактних» методів математики та інженерних методів техніки. Використовуючи зацікавленість до азартних ігор, теорія ймовірностей стала фундаментом науки про надійність нових зразків зброї, що дозволило людині уникнути багатьох серйозних катастроф. Хрестоматійним в цьому сенсі є випадок, що стався у 1870 році в Англії. Адміралтейство збиралося випробовувати в морі броненосець нового типу «Каптен». Англійський вчений-кораблебудівник В. Рід, який побудував фізичну модель цього корабля, встановив його крайню нестійкість. Судну загрожувало перекидання навіть за невеликих хвиль у відкритому морі. Однак, адмірали не взяли до уваги висновки, які були отримані за допомогою створення фізичних моделей кораблів. Броненосець «Каптен» вийшов у відкрите море і за першого ж шторму перекинувся. Під час аварії загинули 523 моряки і сам бойовий корабель.

В наші дні вчені, користуючись фізичними моделями, прогнозують їхнє майбутнє, і тому все рідше й рідше відбуваються катастрофи, які пов’язані з невивченістю явищ. Але все ж «випадкова закономірність», незначна неточність в розрахунках або певний збіг обставин призводили і, на жаль, призводять до трагедій, що забирають тисячі й тисячі людських життів.

У травні 1937 року, після тридобового трансатлантичного перельоту, над Нью-Йорком завис велетенський дирижабль «Гінденбург». Саме з «Гінденбурга» повинні були розпочатись регулярні рейси з Германії до США. Його гігантська конструкція довжиною близько 250 метрів і об'ємом майже 200 тис. кубічних метрів, заповнена воднем, приводилась в рух чотирма дизельними двигунами, кожен з яких потужністю 1100 кінських сил. Учасники першого польоту через Атлантику, а це близько ста пасажирів, перебували на борту дирижабля в небувалій розкоші. Спортивні майданчики, оранжереї, ресторани, комфортабельні каюти, прогулянкові палуби – все це було на цьому красені-дирижаблі, гордості гітлерівського рейху.

Великий дирижабль описував кола на невеликій висоті над Нью-Йорком, і перехожі на вулицях могли добре розгледіти срібну сигару з чорною свастикою на корпусі. В аеропорту панувало пожвавлення: репортери і кінооператори з нетерпінням очікували приземлення дирижабля. Однак, командир «Гінденбурга» капітан Макс Прус не поспішав. Тільки близько чотирьох годин дня, коли почали збиратися грозові хмари, командир дирижаблю віддав наказ на приземлення, що відбувалося дуже повільно й урочисто. Причальні команди готувалися вже прийняти корабель, а радіокоментатори повідомити про вдалий фініш, коли зустрічаючі помітили спалах на кормі. В один момент дирижабль охопило полум'я. Майже ніхто з пасажирів та членів екіпажу не врятувався. Одні загинули у вогні, інші розбилися об землю, коли намагалися вистрибнути з ілюмінаторів пасажирської кабіни. Це був крах «Гінденбурга» і кінець спроб застосування дирижаблів як пасажирського транспорту.

Підготовлені до будівництва ще більш могутні кораблі були законсервовані, а в повітрі почали панувати літаки. Причиною катастрофи «Гінденбурга» виявилась електрична іскра. Як встановили експерти, поки дирижабль кружляв в передгрозовому небі Нью-Йорка, його корпус зарядився атмосферною електрикою, випадково з'явилася іскра, водень в суміші з повітрям вибухнув, як динаміт. Інженерам-проектувальникам здавалося, що вони врахували все, але вони не змогли передбачити можливість явища, яке не вкладалось в первинну систему розрахунків.

Інші приклади, здавалося б, зовсім з іншої галузі, але вони також яскраво відображують рівень надійності виробів. В 70-і роки супертанкер «Морпесса» йшов між берегів Сенегалу. Команда, не витрачаючи часу, промивала пусті баки потужними струменями теплої морської води. Раптовий вибух фактично розломив навпіл величезне судно і воно миттєво потонуло. Двома тижнями пізніше в Мозамбікській протоці вибухнув супертанкер «Мактра», через день та ж доля спіткала ліберійський танкер «КонгХаакон». Кожного разу вибуху передувало промивання баків морською водою. Експерти та проєктувальники довго вивчали можливі причини аварій, і лише канадський фізик Едвард Піеріс висловив припущення, що струмені теплої морської води, що направляються під великим тиском на стіни баків, можуть активно генерувати статичну електрику.А довести це вчений зміг у власній ванній. І якщо навіть у ванній

виникали крихітні електричні потенціали, то в гігантських нафтових баках могли виникнути потенціали порядку тисяч вольтів, а викликані ними іскри призводили до вибуху суміші повітря і нафтових парів.

Електрична іскра, викликана замиканням проводів під сидінням американського космонавта Гріссома, призвела 22 січня 1967 року ще до однієї трагедії на космічному кораблі «Аполлон», який був підготовленому до випробування на вершині гігантської ракети «Сатурн-1». Три космонавти – Віджил Гус Грыссом, Едвард Уайт та РоджерЧаффі, та й всі випробувальники ніяк не могли очікувати, що звичайна перевірка може обернутися катастрофою. Як виявилось, іскра проскочила між двома мідними пластинами в пошкодженому електричному провіднику. Збагачена киснем атмосфера та горючі матеріали обшивки корабля, здавалось, тільки її і чекали – кабіна в одну мить перетворилася в пекло. За 20 секунд корабель згорів, загинули космонавти. Порятунок був неможливий, оскільки для відкриття люка потрібно не менше двох хвилин в спокійній обстановці. А цих двох хвилин ні в астронавтів, ні у рятувальників не було.

Для конструкторів кабіни космічного корабля з цього випадку був гіркий урок: довелося змінити склад атмосфери корабля; зробити її менш горючою; розробити систему швидкого аварійного виходу космонавтів; більш ретельно проконтролювати надійність всієї електричної схеми космічного корабля.

Як показує аналіз, все ж головною дійовою особою у всіх трагедіях була людина. І таке поняття, як людський фактор річ дуже важлива. Адже передбачити поведінку та вчинки людей куди складніше, ніж врахувати несподівані фізичні або технічні чинники.

Досить часто інженери, звертають основну увагу на розробку або ж удосконалення головних вузлів виробів, але при цьому не беруть до уваги, що причиною аварії можуть стати конструкторські вузли, що носять, допоміжний характер. Як правило, на високий рівень надійності розраховують саме основні вузли та обладнання. Так, наприклад, в надзвуковому пасажирському літаку англо-французького виробництва «Конкорд», надійність основних бортових систем обрана таким чином, щоб ймовірність їх відмови з безпечними наслідками становила не більше 10^{-5},а ймовірність небезпечних відмов – понад 10^{-7}, а катастрофічні руйнування обчислюються ймовірністю менш за 10^{-9}.

Таким чином, основне обладнання таких літаків, як правило, розраховане на високу надійність. Реактивний пасажирський літак «Комета» в 60-х роках, під час випробування розвалився в повітрі, а причиною катастрофи виявилися прямокутні ілюмінатори, в куточках яких утворювалися страшні концентратори напружень. Коли ілюмінатори виконали круглими – літаки стали літати надійно.

Це були одні із перших кроків щодо розвитку теорії надійності. Порівняно невеликі моделі мостів, гребель, кораблів і літаків врятували багато життів, позбавили людство від марного досвіду, дозволили уникнути зайвих затрат коштів і праці. І навпаки, нехтування результатами, які були отримані на фізичних моделях, призводило до непередбачуваних наслідків.

Список використаних джерел

1. Дмитрий Бернадский. Коэффициент надежности. Газета «Киевские новости». №29. 1992. С. 9.
2. Игорь Ушаков. Надежность: прошлое, настоящее, будущее. Пленарный доклад на открытии конференции «Математические методы в надежности» (MMR-2000), Бордо, Франция, Reliability: Theory&ApplicationsNo.1, January 2006. С. 17–27.

ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ СТІЙКОСТІ ДЕТАЛЕЙ ЗА ВІДНОВЛЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ МОДИФІКУЮЧИХ ДОМІШОК З АЛМАЗНОЮ ФРАКЦІЄЮ

Т. С. СКОБЛО, д.т.н., проф.
А. А. НЕЩЕРЕТ
Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка
E-mail: tservic @ ticom.kharkov.ua

Ціллю роботи є дослідження технологічного процесу підвищення експлуатаційної стійкості деталей при відновленні з використанням модифікуючих домішок з алмазною фракцією.

При відновленні зношених деталей використовують різні методи нанесення покриттів та їх модифікування домішками, які підвищують фізико-механічні властивості. Такі модифікуючи домішки використовують і для підвищення зносостійкості деталей у спряженнях, додаванням їх до мастил різних типів. Найбільш ефективними для використання модифікаторів у цих напрямах є нанодомішки алмазів, які є висококоштовними та потребують розробки методів їх введення для рівномірного розподілу в рідкому металі. При застосуванні цих підходів важливим є вибір типу домішки, розробка технологічних параметрів їх введення з мінімальними витратами для забезпечення необхідних властивостей. У зв'язку з цим, розробка економічних методів, які спрямовані на застосування в якості модифікуючої домішки алмазної фракції, може бути віднесена до важливих та актуальних напрямів досліджень.

Робота присвячена підвищенню експлуатаційної стійкості деталей при відновленні з використанням модифікуючих домішок з алмазною фракцією. виконані порівняльні дослідження процесу модифікування, що стосуються відновлюючих покриттів наплавленням з введенням вуглецевовмісних домішок (нано- та дисперсних алмазів), які дозволили підвищити якість відновленого шару. Дослідженнями встановлено ступінь ефективності використання для модифікування покриттів зі сталей наплавленням з алмазною фракцією при її дозованому введенні на рівні 5-7% до долі електроду в рідку ванну, що

забезпечило рівномірний розподіл включень у зміцненому шарі. Оцінено ступінь неоднорідності впливу модифікуючих домішок за фракціями, які впливають на рівень якості відновленого шару на основі удосконаленої математичної оцінки змін фазового складу та його розподілу в залежності від способу модифікування покриттів.

УДК 6.31.3

МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ПІДПРИЄМСТВ

В. А. БАНТКОВСЬКИЙ, доцент,
Д. В. ГНІДЬ, студент
В. М. БУЛАТ, студент
Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка
E-mail: bantkovskiy@ukr.net

Під час проведення поточного ремонту технологічного обладнання підприємств виконуються роботи, необхідні для підтримки його в працездатному стані. Призначення поточного ремонту полягає, перш за все, в заміні або відновленні окремих деталей (крім базових) і здійсненні різних технологічно нескладних ремонтних робіт щодо усунення несправностей, що виникли в процесі експлуатації обладнання.

Потреба в поточному ремонті, як правило, виявляється при проведенні контрольно-оглядових операцій і в процесі експлуатації. Час роботи технологічного обладнання між двома капітальними ремонтами (ремонтний цикл) для різних груп обладнання різний. Трудомісткість ремонтних операцій залежить від виду ремонту, конструктивних і технологічних особливостей устаткування, а також від його габаритних розмірів.

Метою дослідження є формування системи показників які об'єктивно та достовірно враховують вплив поточного ремонту на окремі характеристики роботи обладнання.

Однією з основних особливостей оцінки якості поточного ремонту є необхідність її проведення безпосередньо на момент завершення ремонтних впливів на відміну від оцінки якості капітальних і середніх ремонтів, заснованої на тривалих експлуатаційних випробуваннях. Необхідність експрес-оцінки якості поточного ремонту пов'язані з тим, що він проводиться протягом терміну служби обладнання багаторазово, в невеликих обсягах і не так суттєво впливає на показники якості відремонтованого обладнання, як капітальний або середній ремонти.

Досягнутий в процесі поточного ремонту рівень відновлення працездатності обладнання може бути розрахований на основі використання системи показників, які враховують вплив поточного ремонту на окремі характеристики роботи обладнання. В систему таких показників можуть бути включені: рівень відновлення технічної готовності обладнання, рівень відновлення технічних параметрів обладнання і рівень відновлення показників надійності роботи.

Рівень відновлення технічної готовності обладнання дозволяє оцінити в якій мірі, в порівнянні з плановою, відновилася технічна готовність обладнання після проведення поточного ремонту.

Фактичний рівень відновлення технічної готовності можна розрахувати як відношення фактичного коефіцієнта відновлення технічної готовності відремонтованого обладнання до планового.

Так як поточний ремонт не передбачає відновлення технічної готовності обладнання до рівня нової техніки, планове значення можна визначити в тій частці, в якій це досягається шляхом проведення поточного ремонту:

Дані необхідні для розрахунку показників, що характеризують ступінь відновлення працездатності відремонтованого обладнання, необхідно брати не за весь ремонтний цикл його експлуатації, а тільки за ту його частину ремонтного циклу, протягом якої зберігається якість відремонтованого обладнання, досягнуте в результаті проведення поточного ремонту, а саме до чергового планового (капітального, середнього, поточного) ремонту.

Наступний основний показник - рівень відновлення технічних параметрів обладнання може бути визначений як відношення фактичного коефіцієнту відновлення технічних параметрів до планового коефіцієнту відновлення технічних параметрів (характеристик) обладнання.

Фактичний коефіцієнт відновлення технічних параметрів відремонтованого обладнання може бути визначений як співвідношення фактичного і планового індексів відновлення технічних параметрів (характеристик) відремонтованого обладнання (сукупність фактичних і планових рівнів відновлення окремих одиничних параметрів відремонтованого обладнання).

Ще одним показником, на підставі якого можна судити про відновлення працездатності обладнання в результаті проведення поточного ремонту, є рівень відновлення показників надійності роботи обладнання.

Відновлення довговічності роботи обладнання характеризується ступенем відновлення його ресурсу і може бути розраховано як співвідношення планового ресурсу роботи устаткування, що ремонтується за період до чергового планового ремонту та ресурсу роботи нового обладнання в першому міжремонтному періоді або, як співвідношення значення фактичного ресурсу роботи обладнання за період до чергового планового ремонту та планового ресурсу роботи ремонтованого устаткування за період до чергового планового ремонту.

Безвідмовність в роботі обладнання, в першу чергу, достатньо об'єктивно характеризується середнім напрацюванням на відмову.

Середнє напрацювання на відмову нового обладнання може бути визначена як відношення сумарного фактичного напрацювання нового обладнання за період до першого планового ремонту до кількості раптових відмов обладнання за той же період.

Для дослідження ремонтопридатності обладнання найчастіше використовують такі показники як ймовірність виконання ремонтних операцій в заданий час, середній час виконання ремонтних робіт та ін.

Аналіз існуючих показників, що характеризують ремонтопридатність обладнання дозволяє зробити висновок про те, що найбільш об'єктивним з них є такий показник як середня вартість технічного обслуговування за період до чергового планового ремонту.

Наведена вище система показників не вичерпує все різноманіття існуючих показників для оцінки якості поточних ремонтів технологічного обладнання. Однак вони найбільшою мірою відображають цілі, які ставить перед собою поточний ремонт технологічного обладнання.

Суттєвою особливістю оцінки якості поточного ремонту обладнання є необхідність її проведення безпосередньо на момент завершення ремонтних впливів на відміну від оцінки якості капітальних і середніх ремонтів, заснованої на тривалих експлуатаційних випробуваннях.

Необхідність експрес-оцінки якості поточного ремонту пов'язана з тим, що він проводиться багаторазово протягом терміну служби обладнання, в невеликому обсязі і не чинить такого значного впливу на показники якості, як капітальний і середній ремонти.

Некоректність і необ'єктивність однакового підходу до оцінки якості поточних і капітальних (середніх) ремонтів випливає з того, що вони мають різні цілі і наслідки.

Показники, включені в методику, у своїй сукупності найбільшою мірою відображають цілі, які ставить перед собою поточний ремонт, а тому досить виважено і об'єктивно характеризують рівень відновлення втраченої відремонтованим технологічним обладнанням працездатності. Показники, що не увійшли в систему, такі, як відновлення технологічної точності, жорсткості і інші, більшою мірою характеризують вплив капітального або середнього ремонту.

На основі запропонованої методики можуть бути створені ефективні системи планування і економічного стимулювання роботи ремонтно-обслуговуючих підрозділів і підприємств технічного сервісу.

Список використаних джерел

1.Сідашенко О.І. Ремонт машин та обладнання: Підручник /О.І.Сідашенко, О.А.Науменко, Т.С.Скобло, О.В.Тіхонов та ін.; За ред. проф. О.І.Сідашенка, О.А.Науменка. – 2-е вид. перероб. доп. – Х.: «Міськдрук», 2014 – 741 с.

2.Теоретические основы технологии ремонта машин: Учебник в 3-х т. / Сидашенко А.И., Науменко А.А., Скобло Т.С. и др. / Под ред. А.И. Сидашенко, А.А. Науменко. Том 1. (Теория и технология производственны процесов ремонта машин) – Харьков : ХНТУСГ, 2005. – 590с.

3.Экономика технического сервиса на предприятиях АПК /Ю.А.Конкин, К.З.Бисултанов, М.Ю.Конкин и др.; Под ред. Ю.А.Конкина. – М.: Колос С, 2006 – 368 с.

4.Экономическая оценка качества ремонта оборудования /К.И.Мельникова. – Х.: Изд-во «Основа» при Харьк. ун-те, 1992. – 192 с.

УДК 621.7.04

ПОВЕРХНЕВО-ПЛАСТИЧНЕ ДЕФОРМУВАННЯ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС

Є. А. МІНЬКО, бакалавр[*]
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного
E-mail: valeriia.panina@tsatu.edu.ua

В машинобудуванні найбільш масовими деталями є зубчасті колеса. Ефективність роботи сільськогосподарської техніки залежить, головним чином, від її надійності. Прогресивні технологічні процеси відновлення деталей, які підвищують якість відновлення та ресурс відремонтованої машини, необхідні для підвищення довговічності і технічної готовності техніки. Зношування, втома, контактні руйнування та інше показує, що в більшості випадків руйнування деталей машин, обладнання, апаратів і елементів конструкцій розпочинається з поверхні. Тому в багатьох випадках надійність та довговічність виробів залежить від якості, міцності та структурно-напруженого стану металу поверхневого шару деталей. Тому актуальним напрямок в машинобудуванні та ремонті – це поверхневе зміцнення і нанесення зміцнюючих покриттів. На наш час існує понад 130 різних технологій поверхневого зміцнення [1]. Значні збитки економіці України може завдавати застосування неефективних методів обробки в зв'язку з обмеженістю інформації.

За останні роки з’явилось багато нових способів дій на стан та якість твердих тіл, знайшли розвиток і широко застосовуються на практиці способи, які отримали назву технологічних методів поверхневого зміцнення [2, 3].

Поверхнево-пластичне деформування (ППД) засноване на здатності металевої поверхні сприймати залишкові пластичні деформації без порушення цілісності металу. ППД є найбільш простим і ефективним методом підвищення

[*] Науковий керівник – кандидат технічних наук, доцент Паніна В.В.

працездатності та надійності деталей машин. Застосування ППД дозволяє підвищувати твердість і міцність поверхневого шару, зменшувати шорсткість, забезпечує підвищення втомної міцності і витривалості деталі в процесі експлуатації в 1,5...2,3 рази [1].

Розрізняють статичні та ударні методи ППД, які відрізняються впливом інструменту на оброблювану поверхню. В якості інструменту застосовують шарики, ролики, вигладжувальники, дорни, деформуючі протяжки. До основних способів ППД належать: зміцнюючі розкочування і обкатування; вигладжування; вібраційний наплив і вигладжування; поверхневе дорнування; дробеструйна обробка; дробеметна обробка; ультразвукова обробка дробом; відцентрова обробка; ударне розкочування; зміцнююче карбування; вібраційна ударна обробка;обробка механічною щіткою.

При статичному методі (вигладжування, обкатування і розкочування) інструмент впливає на поверхню деталі з певною постійною силою, а при ударних методах (накатування, вигладжування, калібрування, дернування) інструмент багаторазово впливає на всю поверхню оброблення або її частину, при цьому сила впливу в кожному циклі змінюється від мінімального значення до максимуму.

При виборі раціонального способу ППД для обробки зубчастих коліс слід враховувати досвід як вітчизняних та і закордонних дослідників. Аналіз чисельних видів покриттів і технологій поверхневого зміцнення показав, що не вдається отримати одночасного підвищення всіх експлуатаційних властивостей зубчастих коліс для всіх режимів експлуатації. Тому рекомендують диференційований підхід цільового застосування технологій для підвищення окремих службових характеристик - зносостійкості, контактної і згинальної міцності.

Загальним недоліком багатьох методів ППД є утворення на поверхні, внаслідок термічних або інших видів впливу, хаотичних, випадково розташованих мікрорельєфів. Для уникнення цього недоліку, з метою отримання зміцненого поверхневого шару з великими глибиною і ступенем зміцнення, найбільш можливо при використанні способів ППД на основі вібраційних коливань обробного інструменту. Найбільш поширеним методом нанесення мікрорельєфу є метод вібраційного накочування. Метою обробки зубчастих коліс за даним методом є утворення на робочих поверхнях зубів системи синусоїдальних канавок, показаних на рис. 1.

Основою вібраційного зміцнення є динамічний характер протікання процесу, що супроводжується безліччю мікроударів робочого інструмента або частинок робочого середовища по поверхні оброблюваних деталей. Важливою властивістю матеріалу інструмента є здатність наклепуватися в тонкому шарі в інтервалі робочих температур. Зміцнення адгезійного шва за рахунок наклепу забезпечує глибинне виривання і перенесення матеріалу покриття дрібними частками. Тут слід мати на увазі і зміцнюючу дію матеріалу оброблюваної деталі. При цьому забезпечується пластичне деформування поверхневого шару,

що призводить до підвищення мікротвердості, утворення сприятливих стискаючих залишкових напруг і зменшення шорсткості поверхні [4].

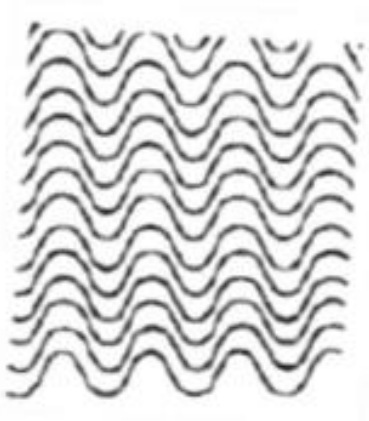


Рис. 1. Система синусоїдальних канавок на робочій поверхні зубів

Обробка ППД з застосуванням вібраційних коливань обробного інструменту сприяє поліпшенню фізико-механічних властивостей оброблюваної поверхні. Це відбувається за рахунок циклічності вібрацій на деталь, що оброблюється через робочий інструмент.

До основних переваг цього способу можливо віднести [4, 5]:

- утворення постійного мікрорельєфу, який утворюється під впливом руху інструмента;
- форма нерівностей мікрорельєфу сприятлива практично для всіх умов експлуатації;
- можливість створення високочистих поверхонь достатньої маслоємності;
- незначний нагрів поверхневого шару деталі, зміцнення за рахунок наклепу і стискаючих напруг, відсутність шаржування в поверхневому шарі сторонніх частинок;
- підвищення плавності роботи рухомого сполучення за рахунок зниження коефіцієнта тертя в 1,6 ... 2,2 рази;
- при сухому терті канавки працюють як пастки, що затримують в собі продукти зносу, пил і абразивні частки, завдяки чому усувається їх абразивна дія;
- підвищення зносостійкості сполучення в середньому в 2 рази за рахунок створення постійного мікрорельєфу на обох поверхнях пари тертя.

Список використаних джерел

1. Паніна В. В., Дідур В. В., Сірий І. С., Чорна Т. С. Зміцнення деталей за допомогою поверхнево-пластичної деформації. Науковий вісник: [Електронний ресурс]. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. Вип. 10, том 2. URL:http://www.tsatu.edu.ua/tstt/wp-content/uploads/sites/6/naukovyj-visnyk-tdatu-2020-vypusk-10-tom-2.pdf

2. Дідур В.В., Паніна В.В., В'юник О.В. Спосіб підвищення післяремонтної довговічності шестеренних насосів. Праці Таврійського ДАТУ. Вип. 19, том 4. Мелітополь, ТДАТУ, 2019. С.110-117.

3. В'юник О.В., Дідур В.В., Сєрий І.С., Смєлов А.О. Програма та методика експериментальних досліджень впливу епіламних покриттів на зносостійкість деталей насоса. Науковий вісник: [Електронний ресурс] Мелітополь: ТДАТУ, 2020. Вип. 10, том 2. URL:http://www.tsatu.edu.ua/tstt/wp-content/uploads/sites/6/naukovyj-visnyk-tdatu-2020-vypusk-10-tom-2.pdf

4. Oleksii Novyk, Valeriia Panina, Halyna Dashyvets and Andriy Bondar. Increase in Durability of Motor Crankshaft Pin Surface by Vibrorolling. Modern Development Paths of Agricultural Production.- Springer Nature Switzerland AG. -2019. – P.177-182.

5. Паніна В. В., Дашивець Г. І., Новік О. Ю. Оброблення робочих поверхонь зубчастих коліс поверхневопластичним деформуванням. Науковий вісник: [Електронний ресурс] Мелітополь: ТДАТУ, 2020. Вип. 10, том 2. http://www.tsatu.edu.ua/tstt/wp-content/uploads/sites/6/naukovyj-visnyk-tdatu-2020-vypusk-10-tom-2.pdf

УДК 621.7.04

РЕМОНТ КОРІННИХ ОПОР БЛОК-КАРТЕРА

А. І. ЗАСТАВСЬКИЙ, бакалавр [*]
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного
E-mail: valeriia.panina@tsatu.edu.ua

Відновлення деталей - технічно обґрунтований та економічно виправданий захід. Відновлення деталей дає змогу ремонтним та експлуатаційним підприємствам скорочувати час простою несправних машин, підвищувати якість їх технічного обслуговування та ремонту; позитивно впливає на поліпшення показників надійності і використання машин. Економічна сторона виконання робіт по відновленню деталей полягає в зниженні собівартості ремонту як агрегатів, так і машин за рахунок скорочення витрат на нові запасні частини, а також у скороченні виробничих витрат при експлуатації машин у господарствах. Вартість запасних частин становить значну частину в собівартості капітального ремонту машин, яка досягає 48-70%, зростаючи, як правило, із підвищенням конструкційної складності машин. Це дає можливість знизити собівартість ремонту машин за рахунок скорочення цієї статті витрат шляхом відновлення деталей, що були в роботі [1, 2].

[*] Науковий керівник – кандидат технічних наук, доцент Паніна В.В.

Аналіз стану деталей машин, що ремонтуються, показує, що в багатьох випадках процент однойменних деталей, придатних для експлуатації без ремонту, становить 20-45%, таких, що підлягають ремонту і відновленню - 40-60%, непридатних для відновлення - 9-20%. Це стосується базових і корпусних деталей, включаючи такі, як блоки і головки блоків циліндрів, колінчасті вали, шатуни, корпуси водяних насосів тощо і характеризує досить високу інтенсивність їх заміни. Виражена грошовими витратами, віднесеними до міжремонтного напрацювання, для поточного ремонту машин вона перебуває в таких самих межах.

В корпусних деталях (картери коробки передач, задні мости, балансири кареток і т.п.), виготовлених з чавуну, сталі або алюмінієвих сплавів, часто зношуються посадочні місця під підшипники. Рідше зустрічаються тріщини в перемичках між гніздами, злами, пробоїни, пошкодження різьблення в отворах та ін. В результаті зносу посадкових місць порушується співвісність, паралельність і міжосьові відстані валів.

Величину зносу, овальність і конусності посадкових місць виявляють індикаторним або мікрометричним нутроміром [3]. Співвісність і паралельність осей, відстані між ними і перпендикулярність їх до привалочної площині визначають за допомогою індикаторних (мікрометричних) пристосувань або спеціальними шаблонами, інші пошкодження - тріщини, злами, пошкодження різьби - виявляють візуально. Корпусні деталі, що мають тріщини, пробоїни і злами (особливо в зовнішніх місцях), що не піддаються відновленню відомими способами вибраковують.

Найпоширеніші дефекти блок-картера наступні: тріщини перемичок між циліндрами; тріщини в стінках водяної сорочки; знос, відхилення від співвісності гнізд вкладишів корінних підшипників; знос торцевих поверхонь корінних опор під прилеглі півкільця; жолоблення привалочної площині, сполученої з головкою циліндрів; знос гнізд під втулки розподільного вала; знос різьби (зрив, залом шпильок) в тілі блоку; знос отвору під штовхач.

У процесі експлуатації корінні опори колінчатого вала відчувають значні навантаження, що призводить до похибок форм отворів в будь-який з площин у межах 0,03...0,05 мм і якщо не вжити заходів щодо усунення таких дефектів, то в процесі експлуатації виникають значні пошкодження: деформація підшипникової кришки внаслідок перегріву проворот вкладишів колінчатого валу з утворенням глибоких раковин катастрофічного зносу отворів руйнування кришок підшипників коленвалу [4, 5]. Розглянемо найбільш характерні види похибок корінних опор і підготовка їх для проведення обробки:

1. Найпоширеніший випадок: отвори на одній опорі колінчастого вала або на декількох мають деформацію від тривалих знакозмінних навантажень, в результаті незначного перегріву або інших причин. Величина геометричних похибок не більше 0,1 мм. При таких похибках колінчастий вал іноді обертається при укладанні. Але експлуатація двигуна з такими помилками неминуче призведе до більш серйозних пошкоджень ліжка коленвалу. У цьому випадку підготовка отвору проводиться таким чином:

всі кришки підшипників осаджуються на абразивній плиті, або на фрезерному чи шліфувальному верстаті на 0,1..0,05мм;

Кришки встановлюються на місце, болти затягуються необхідним моментом; отвори характеристики обмірюються нутромером. Отвори повинні мати припуск на обробку в межах 0,06-0,25 мм. У районі замків розмір може бути в допуску готового отвору.

В тому випадку, якщо похибки перевищують 0,1 мм або необхідно замінити, наприклад кришку корінного підшипника (в результаті поломки або іншої причини) застосовується наступна технологія: «нерідна» кришка одна або декілька, осаджується на 0,5...1 мм на фрезерному верстаті, з наступним шліфуванням на абразивній плиті, решта кришки осаджується на 0,1...0,2 (як у попередньому випадку); кришки встановлюються на місце; отвори характеристики обмірюються нутроміром на наявність припуску на обробку;

2. Часто зустрічаються випадки, коли в результаті перегріву одна або кілька кришок опор колінвалу деформуються, її краї виступають всередину отвори на 0,2...0,5 мм і вона має великий бічний зазор в тунелі блоку (V-образні двигуни) поверхня отвору в кришці має характерний синій колір. Якщо кришка базується на штифті, то відбувається зменшення міжцентрової відстані між штифтами в кришці, і вона встановлюється на місце з неприпустимо великою натяжкою. У цьому випадку проводяться такі операції: площина роз'єму кришок обробляється «як чисто»; кришка (з базуванням в тунелі) встановлюється на місце, з допомогою щупів визначаються бічні зазори з кожної сторони, кришки знімаються, і проводиться наварювання бічних поверхонь, з подальшим їх шліфуванням або фрезеруванням із забезпеченням необхідної посадки її в тунелі блоку.

Кришки опор колінчатого валу (з базуванням по штифтах) обробляються наступним чином: за допомогою кінцевих мір вимірюється міжцентрова відстань штифтових отворів, розташованих в блоці. На фрезерному верстаті або расточувальному, обробляються отвори збільшеного діаметра в підшипниковій кришці. На токарному верстаті виготовляються ступінчасті штифти і встановлюються на місце.

3. Випадок, коли провернулись вкладиші і отвір має великий діаметр вкругову, на поверхні видно глибокі вириви і борозни. У цьому випадку частина отворів, які перебувають у блоці наварюються, кришка замінюється, а якщо немає можливості поставити іншу кришку, то наварюємо і кришку. Наварювання проводиться самозахисним дротом ПАНЧ-11 напівавтоматом без підігріву блоку і без вуглекислоти. Наплавлений шар має хорошу адгезію, практично відсутні пори, немає отбела чавуну, задовільно обробляється твердосплавним різцем.

4. Випадок, коли отвори мають великий плюс близько площини рознімання (характерно для V - образних блоків). У цьому випадку кришки осаджуються на 0,5...1 мм. Частина отворів, прилеглих до гнізда в блоці циліндрів, наварюються.

Список використаних джерел

1. Паніна В.В. Методика забезпечення вхідного контролю якості запасних частин. Проблеми та перспективи сталого розвитку АПК: матеріали міжн. наук.-практ. конф. Мелітополь: ТДАТУ, 2017.

2. Паніна В.В., Чорна Т.С. Альтернативний спосіб відновлення гільз циліндрів. Науковий вісник [Електронний ресурс]. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. Вип. 10, том 1. URL: http://www.tsatu.edu.ua/tstt/naukovyj-visnyk-tdatu/tytulnyj-lyst-naukovyj-visnyk-tdatu-2020-vypusk-10-tom-1/

3. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання. Навчально-методичний посібник до лабораторного практикуму для самостійної роботи/В.В. Паніна, О.В. В'юник, Г.І. Дашивець, Д.П. Журавель. Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2019. 84 с.

4. Паніна В. В., Дідур В. В., Сірий І. С., Чорна Т. С. Зміцнення деталей за допомогою поверхнево-пластичної деформації. Науковий вісник: [Електронний ресурс]. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. Вип. 10, том 2. URL:http://www.tsatu.edu.ua/tstt/wp-content/uploads/sites/6/naukovyj-visnyk-tdatu-2020-vypusk-10-tom-2.pdf

5. Паніна В. В., Дашивець Г. І., Новік О. Ю. Оброблення робочих поверхонь зубчастих коліс поверхневопластичним деформуванням. Науковий вісник: [Електронний ресурс] Мелітополь: ТДАТУ, 2020. Вип. 10, том 2. http://www.tsatu.edu.ua/tstt/wp-content/uploads/sites/6/naukovyj-visnyk-tdatu-2020-vypusk-10-tom-2.pdf

УДК 621.791.927

РОЗРОБЛЕННЯ СПОСОБУ ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ КУЛЬТИВАТОРНИХ СТРІЛЧАСТИХ ЛАП

І. М. РИБАЛКО, кандидат технічних наук
А. В. ЗАХАРОВ, асистент
Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка
E-mail: zakharovandrey@khntusg.info

Для підвищення експлуатаційної стійкості деталей при їх відновленні покриттями використовують різні модифікуючі домішки, які дозволяють корегувати властивості – фізико-механічні та споживчі.

Відомо що, культиваторні лапи для машин сільськогосподарської техніки формують штампуванням при виробництві з тонколистового холоднокатаного прокату товщиною близько 6 мм та переважно зі сталі 65Г. Вони працюють в умовах абразивного середовища та це призводить до швидкого зношування і

деформації. В процесі експлуатації в металі культиваторних лап відбувається не тільки деградація метала, а і змінюються їхні розміри.

Тому важливим завданням є контроль напруженого стану та деградації металу культиваторної лапи у всьому періоді життєвого циклу. Для цього, як було показано в роботах кафедри ТСРВ ХНТУСГ, ефективно використовувати неруйнівний магнітний контроль з оцінкою коерцитивної сили H_c [1]. Ефективними показниками можуть бути лише статистичні оцінки змін рівня коерцитивної сили. Це дає змогу визначити найбільш напружені ділянки лапи та ступінь деградації металу. В нових культиваторних лапах найбільш високі показники коерцитивної сили характерні для ріжучих кромок, що відповідає максимальним напруженням, а їх зниження відбувається на носку. Після експлуатації відмічається змінність, яка характеризується як підвищенням так і зниженням показників коерцитивної сили.

Робочий орган культиватора включає стрілчасту лапу з криволінійним лезом, яка виконана у вигляді кривої поверхні. Профіль леза за напрямом руху можливо зменшати з формуванням при експлуатації профілю за рахунок нанесення на робочу поверхню смуг з тугоплавкого металу під різними кутами.

Попередня оцінка такої технології зміцнення леза може бути ефективною при експлуатації за рахунок формування зубчастого профілю з одноразовим самозагостренням. Таку технологію підвищення зносостійкості лап культиватора рекомендовано використовувати багаторазово при її експлуатації та зношуванні.

Недоліком цього способу зміцнення є те, що смуги наносять на лезо, яке формують різними методами (механічною обробкою, пластичним деформуванням, відтяжкою та ін.), що призводить до накопичення у ньому напружень і додатково вони формуються на границі лезо - основа лапи, де відсутнє наплавлення зміцнюючого шару.

Крім того, на крилах лапи максимальне зношування відбувається з протилежної поверхні, відносно носка. Тому з урахуванням зон найбільшого зношування та схеми зміцнення не можливо досягти ефекту самозагострення.

Найбільш ефективним технічним рішенням можуть бути тоді, коли враховується зміна зношування леза від нанесення зміцнюючих смуг з різних поверхонь леза, що формує її робочу поверхню та крил. Нанесення смуг за різною схемою виконується обробкою лазерним променем та це дозволяє наносити тонкі смуги за розміром з обох поверхонь леза. Така обробка не забезпечує суттєвого підвищення зносостійкості тому, що вона не використовує додаткового зміцнюючого модифікування та легування смуг карбідовмісними матеріалами, що забезпечать суттєве підвищення твердості. Тобто такий метод використовує зміцнення матала лапи культиватора за рахунок тільки термообробки зон малої глибини, бо її збільшення цим методом призведе до тріщиноутворення та порушення форми виробу. Цей метод також не враховує зміну зносостійкості поверхні крил леза лапи культиватора.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб підвищення зносостійкості стрілчастої лапи культиватора [2], для її зміцнення і забезпечення стабільності

форми крил у експлуатації, відсутності схильності до дефектоутворення, виконували наплавлення шару товщиною 2-3 мм, нанесенням електродом смуг на лезо та зону, прилеглу до нього. Наплавлення лапи культиватора виконували карбідовмісними електродами Ø4,0-5,0 мм, силою струму 180-200 А, зі швидкістю наплавлення 17-19 м/год та смуги формували, згідно профілю її леза під різними кутами, відносно носка та крил. Для підвищення зносостійкості та зменшення схильності лапи культиватора до деформації її крил, зміцнюючі смуги наносили на поверхню в зоні носка лапи культиватора, а на крилах - з протилежної сторони і їх формували довжиною, яка повинна була відповідати наступним розмірам: носок - 20 мм, крила - 12-15 мм з відстанню між ними не менш ніж 10 мм. При нанесенні смуг з підвищенням тепловкладення за рахунок їх значної температури рідкої ванни при наплавленні слід коригувати і це робили додатковим модифікуванням. Використання такої технології у виробництві потребує інноваційного підходу до одержання зміцнюючих смуг наплавленням електродом.

Для створення зміцнюючих смуг використовували карбідовмісні електроди, які містять компоненти: до 3,0 % C, 2,2 % Si, 1,2 % Mn, 22,5 % Cr, 0,7 Ti, 0,8 B, 0,03 S . Однак вони сприяють максимальному проплавленню лапи культиватора товщиною 6 мм. Для зменшення глибини проплавлення до 3 мм без дефектів використовували модифікування обмазкою електроду немагнітною детонаційною шихтою [3], одержаної від утилізації боєприпасів, яка складається з нано- та мікроалмазів (мала частка) 3,37-3,43 %, а також кисневих включень міді (до 3,14 %) та заліза (до 2,9 %).

Використання такої технології зміцнення на не значну глибину наплавленням смуг товщиною 2-3 мм забезпечує якісне покриття та зону сплавлення з мінімальним тепловкладенням за рахунок створення мікроохолоджувачів - включень алмазів, які не розчиняються у рідкій ванні, але суттєво знижують її температуру, що зменшує розмір зерен на 20 %, зону термічного впливу на 40 % та напруження, а також забезпечує анізотропію структури смуг по перетину до 0,95-0,97. Та ці властивості підвищують експлуатаційну стійкість за рахунок відсутності схильності до тріщиноутворення в зоні термічного впливу при нанесенні смуг.

На основі проведених досліджень встановлено.

Згідно оцінки кінетики зношування, оптимальними є зміцнюючі смуги носка розміром - 20 мм, а крил - 12-15 мм з відстанню між ними не менш ніж 10 мм, щоб запобігти перекриттю зон термічного впливу.

Найбільш ефективні розміри смуг визначаються дією напружень, які виникають у ріжучих кромках та перехідній зоні леза і крил при експлуатації. З урахуванням максимального зношування та деформації крил, зміцнюючі смуги в цих зонах наносять з протилежної поверхні відносно носка.

Запропонований спосіб рекомендований до використання як робочий орган культиватора, який при зміцненні забезпечить мінімізацію створення локальних напружень, відсутність дефектів при нанесенні смуг, а у експлуатації підвищення зносостійкості та зменшення схильності до деформації крил.

Список використаних джерел

1. Рыбалко И.Н. Анализ качества культиваторных лап производства Канады. / И.Н. Рыбалко // Інформаційно-аналітичний міжнародний технічний журнал «Промисловість в Фокусі». – Харків, 2020. - № 7.– С.53-57.

2. Патент України №130824 МПК (2018.01) A01B 23/00, A01B 35/00 Спосіб підвищення зносостійкості стрілчастої лапи культиватора. / Скобло Т.С., Сідашенко О.І., Рибалко І.М., Тіхонов О.В., Олейник О.К.; заявник та патентоутримувач Т.С. Скобло. - u201806896. заявл. 19.06.2018; опубл. 26.12.2018, Бюл.№ 24.

3. Патент України №144463 МПК (2020.01) C23C 8/00 Склад детонаційної шихти з алмазами для модифікування. / Скобло Т.С., Сідашенко О.І., Романюк С.П., Сайчук О.В., Автухов А.К., Марков А.В., Таран В.С., Таран А.В., Захаров А.В; заявник та патентоутримувач Т.С. Скобло. - u 201905788. заявл. 27.05.2019; опубл. 12.10.2020, Бюл № 19.

УДК 621.791.92

ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ПАЛИВНОЇ АПАРАТУРИ ДИЗЕЛІВ ІНТЕГРОВАНИМ ГАЗОПОЛУМЕНЕВИМ НАПИЛЮВАННЯМ

Є. С. ДЕРЯБКІНА, к.т.н., доц.,
В. В. СІРЕНКО, магістр
Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка
E-mail: derjabkina@khntusg.info

Надійність роботи дізелів в значній мірі визначається працездатністю деталей паливної апаратури. Величина зношування плунжерних пар залежить від кількості абразивних частинок, що проникають у зазор між валом (плунжером) і втулкою. Незважаючи на очищення палива фільтрами, частина твердих частинок проходить разом з ним під високим тиском і з великою швидкістю крізь малі зазори та зношує плунжерні пари. Навіть незначний знос робочих поверхонь деталей порушує нормальну роботу паливного насоса і форсунок, знижується потужність двигуна, збільшується витрата палива, утруднюється запуск холодного двигуна. Радіальний зазор нових плунжерних пар становить 0,5-1,0 мкм, а при експлуатації досягає 3,0-4,0 мкм. Тому паливні фільтри, пропускають абразивні частки максимальним розміром 3-4 мкм, які визивають зношування деталей [1,2].

Для відновлення деталей плунжерної пари використовувана технологія інтегрованого газополуменевого напилювання, сполученого зі щітковою обробкою поверхні деталі під напилювання і шарів покриття у процесі його формування. Така інтегрована технологія дозволяє підвищити адгезійну і

когезійну міцність покриття, завдяки пошаровій релаксації напружень за рахунок мікропластичної деформації шарів покриття, а також активації поверхні основи безпосередньо перед напилюванням. Для досліджень використовувані порошки ПГ-10Н-01, ПГ-12Н-02, що володіють високим комплексом експлуатаційних характеристик (зносостійкість, теплостійкість, корозійна стійкість, жаростійкість).

Проведені дослідження задіро - і зносостійкості відновлених плунжерних пар зі сталі ШХ15 з покриттям ПГ-10Н-01 і зразків зі сталі ШХ15, що пройшли термообробку до твердості 56-58 HRC за серійною технологією, у лабораторних і експлуатаційних умовах. Найбільшу задіростійкість мають зразки з покриттям на основі ПГ-10Н-01, в 1,35 рази більше ніж термооброблена сталь ШХ15. Покриття ПГ-10Н-01 забезпечує підвищення термостійкості процесу задіроутворення (163-165^{0}С) у порівнянні з іншими видами зразків (130-140^{0}С) і моментів тертя до початку схоплювання (задіроутворення) поверхонь. Випробування зразків деталей плунжерної пари з покриттям ПГ-10Н-01 на машині тертя показали зниження зносу в 1,55-2,0 раз порівняно з традиційною технологією термічної обробки при виготовленні нових деталей. Випробування на стенді тертя плунжерних пар, в умовах наближених до експлуатаційних показали, що знос термооброблених деталей плунжерів зі сталі ШХ15 в 2,55-2,89 рази вище у порівнянні з деталями, відновленими покриттями ПГ-10Н-01, напиленими за запропонованою технологією. Експлуатаційні випробування деталей показали, що строк їх служіння після відновлення по розробленій технології збільшився у 1,35 рази, при порівняно низькій вартості і високій екологічній безпеці.

На основі проведених випробувань, покриття ПГ-10Н - 01, нанесене інтегрованим газополуменевим напиленням, рекомендується для подальшого використання при відновленні зношених плунжерних пар паливної апаратури дізелів, а також при виготовленні плунжерних пар з заміною коштовної сталі ШХ15 на дешевшу сталь 45, з покриттям.

Список використаних джерел

1. Харламов Ю.А. Газотермическое напыление покрытий и экологичность производства, эксплуатации и ремонта машин / Ю.А. Харламов // Тяжелое машиностроение. – 2000. - № 2. – С. 3-10.

2. Мовшович А.Я. Підвищення надійності прецизійних пар дізелей і оцінка товщини антифрікційного покриття при їх відновленні / А.Я. Мовшович, Є.С. Дерябкіна // Збірник наукових праць Національного аерокосмічного університету ім. Н.Е. Жуковського «ХАІ». – Харків: «ХАІ», 2012. – Вип.54. – С. 41-46.

УДК 631.316.022.4

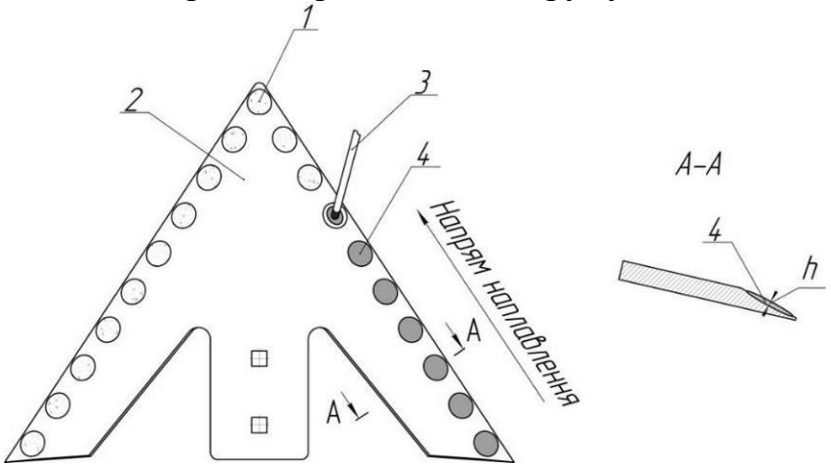
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РЕЖИМІВ НАНЕСЕННЯ ЗМІЦНЮВАЛЬНИХ ПОКРИТТІВ НА ЛАПИ КУЛЬТИВАТОРІВ МЕТОДОМ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КОНВЕРГЕНЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ПОРОШКОВИХ МАТЕРІАЛІВ

Д. О. БУСЛАЄВ, науковий співробітник
Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»
E-mail: buslaev_@ukr.net

В сільськогосподарському виробництві України наряду з вітчизняною ґрунтообробною технікою накопичена значна кількість ґрунтообробної техніки зарубіжного виробництва, яка широко використовується. Досвід використання цієї техніки вказує на її переваги в надійності та довговічності порівняно з вітчизняною, зокрема це стосується експлуатації культиваторних лап. Для досягнення підвищеного ресурсу робочих органів іноземні фірми-виготовлювачі використовують спеціальні легуючі матеріали, конструктивні особливості та технологічні прийоми зміцнення. Вартість таких деталей досить висока. Тому існує потреба в забезпеченні сільськогосподарського споживача відносно недорогими запасними частинами до ґрунтообробної техніки з підвищеною зносостійкістю [1–3].

Одним із шляхів вирішення цього питання є створення зміцненого шару на робочій поверхні леза культиваторних лап методом технологічної конвергенції з використанням порошкових матеріалів при їх зміцненні та відновленні [4].

Дослідження з нанесення зміцнюючих покриттів на робочій поверхні лез культиваторних лап проводили дуговим методом наплавлювальним електродом Т-590 з використання джерела зварювального струму ВДУ-506.



1 –порошковий матеріал ПС-12-НВК-01; 2 – культиваторна лапа; 3 –електрод Т-590; 4 – сформована зносостійка точка.

Рис. 1. Схема точкового електродугового наплавлення леза культиваторної лапи порошковими матеріалами.

На основі результатів отриманих експериментальних досліджень впливу режимів електродугового наплавлення дискретного зміцнення з використанням порошкових матеріалів, встановлено, що висота і діаметр точок характеризують якісні показники формування дискретного зміцнення поверхні стрілчастих культиваторних лап.

В результаті досліджень встановлено, що при напрузі менше 25 В та часі електродугового наплавлення дискретного зміцнення 2–3 секунди, процес формування покриття погіршується, зменшується глибина проплавлення, висота наплавленого дискретного зміцнення знаходиться в межах 2,4–2,5 мм, а діаметр 13,5–14,5 мм. При збільшенні напруги 40 В та часу нанесення за 3–4 секунд відбувається розбризкування матеріалу, що призводить до утворення просідання точки на глибину 0,8–1,2 мм, при цьому діаметр дискретного зміцнення збільшується до 20–22 мм (рис. 2).

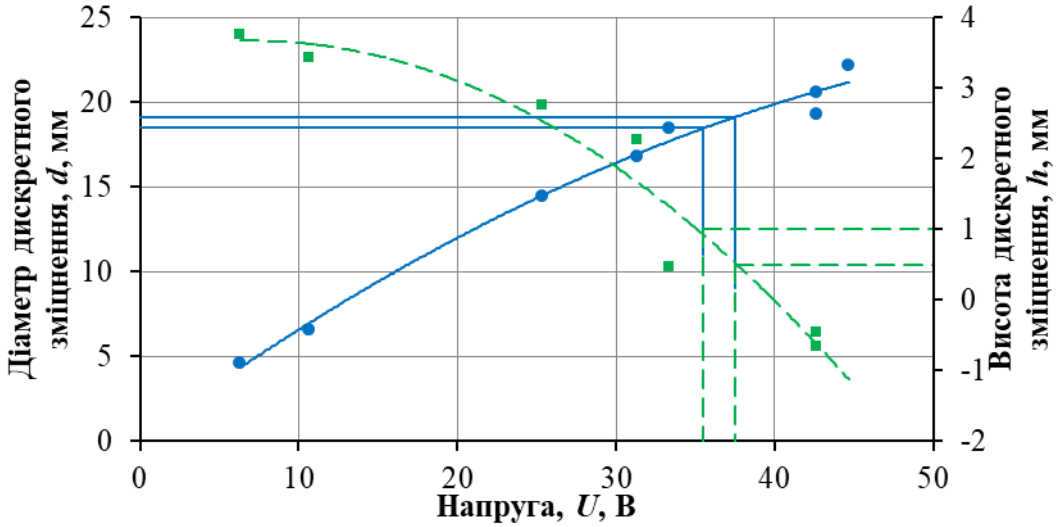


Рис. 2. Залежність зміни діаметра точок зміцнення та їх висоти від впливу напруги на дузі

Отримані графічні моделі дозволяють обґрунтувати режими електродугового наплавлення дискретного зміцнення з використанням порошкових матеріалів. Враховуючи висоту дискретного зміцнення в діапазоні 0,5–1,0 мм, можна визначити раціональні значення напруги 35–37 В, при цьому струм становить 190–220 А. За таких режимів нанесення зміцнюючих покриттів на лапи культиваторів діаметр дискретного зміцнення становить 18,5–19,1 мм.

Список використаних джерел

1. Будко С.И. Методы повышения эффективности упрочнения деталей лемешно-отвальных плугов дуговой наплавкой твердыми сплавами: дисс. … канд. техн. наук. Брянск, 2009. 144 с.

2. Бернштейн Д. Б., Лискин И. В. Лемехи плугов. Анализ конструкций, условий изнашивания и применяемых материалов. Сельскохозяйственные машины и орудия: обзорн. информ. сер. 2. М.: ЦНИИТЭИ тракторсельхозмаш, 1992. 35 с.

3. Михальченков А. М., Киселева Л. С., Капошко Д. А. Влияние геометрических параметров выбракованных плужных лемехов на выбор технологии их восстановления. Сборник научных работ «Конструирование, использование и надежности» машин сельскохозяйственного назначения». Брянская ГСХА. 2004. С. 170–175.

4. Погорелый Л. В., Анилович В. Я. Испытания сельскохозяйственной техники: научно-методические основы оценки и прогнозирования надёжности сельскохозяйственных машин. К.: Феникс, 2004. – 208 с.

УДК 631.3–192:662.63

ОБҐРУНТУВАННЯ ВПЛИВУ НАДІЙНОСТІ ПАЛИВНОЇ СИСТЕМИ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА НА КОЕФІЦІЄНТ ГОТОВНОСТІ МТА ЗА ВИКОРИСТАННЯ БІОДИЗЕЛЬНИХ ПАЛЬНИХ

Д. П. ЖУРАВЕЛЬ, доктор технічних наук, професор,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного
E-mail: dmytro.zhuravel@tsatu.edu.ua

Підтримка технічних засобів в справному стані забезпечує система технічного обслуговування і ремонту машинно-тракторних агрегатів (МТА), які представляють собою комплекс систем, що складаються з ряду підсистем [1]. Однією з таких підсистем, яка виконують самостійні функції, є паливна система дизельного двигуна, яка в свою чергу також поділяється на більш дрібні підсистеми. В цілому надійність всієї паливної системи залежить від надійності всіх підсистем, а також від виду пального, яке використовується при експлуатації МТА. Використовуючи відомі методи, можна зробити порівняльну оцінку коефіцієнтів готовності Кг, як комплексного показника надійності паливної системи дизельного двигуна МТА при використанні біологічного пального, так і адаптації паливної системи під біопальне [2].

В результаті аналізу теоретичних і експериментальних досліджень та методів підвищення надійності дизельної паливної системи, встановлено два основних методологічних напрямки. Перший включає конструктивно-технологічні методи, що вимагають зміни розрахунково-конструктивних параметрів прецизійних пар і вдосконалення технології виготовлення окремих деталей. Другий становить експлуатаційно-технологічні методи, пов'язані із забезпеченням сприятливих умов роботи деталей, що труться за рахунок вдосконалення існуючої технології ремонту і обслуговування. Вибір раціонального способу підвищення ресурсу дизельної паливної системи повинен базуватися на даних про характер зношування і умови роботи деталей вузлів і агрегатів [3]. Біодизельні пальні мають рідкий або газоподібний стан,

виробляються із зеленої маси або насіння рослин. Здебільшого вони значно відрізняються від традиційних рідких вуглеводневих пальних своїми фізико-хімічними властивостями, які впливають як на організацію робочого процесу ДВС, так і на підсумкові техніко-економічні та екологічні показники машино-тракторного агрегату в цілому. З усіх проблемних питань, пов'язаних з використанням біодизельного пального, найменш вивчені ті, які визначають надійність двигунів [4]. Все це і обумовлює необхідність наукових досліджень. У процесі збору інформації в господарських умовах використовували такі плани спостережень як NUN, NUT і NRT відповідно до вимог ГОСТ 17510. Під спостереженням перебувало 12 тракторів МТЗ-80 і спостереження проводили на протязі 16000 мото-годин. Машини, які досягали граничного стану, знімали з подальшого спостереження, а ящо виникли експлуатаційні відмови усували без зняття машин зі спостереження. Отриману інформацію обробляли в такій послідовності: будували статистичний ряд і визначали величини зміщення початку розсіювання; визначали середнє значення і середньоквадратичне відхилення показників надійності; будували граф стану для вузлів паливної системи дизельних двигунів; складали диференціальні рівняння Колмогорова і визначали коефіцієнти готовності і технічного використання; будували залежності ймовірностей відмов, тобто переходу стану вузлів паливної системи з одного в інше, як із заміною конструкційних матеріалів так і без заміни.

Таким чином, використовуючи отримані залежності можна достовірно оцінити ступінь впливу біодизельного пального на надійність паливної системи дизельного двигуна та коефіцієнт готовності і технічного використання МТА. Очевидним є те, що одним із шляхів підвищення коефіцієнта готовності і технічного використання МТА може бути заміна деяких конструкційних матеріалів паливної системи дизельного двигуна на інертні до агресивного середовища біодизельного пального, основу якого складають карбонові кислоти, і як правило підвищення ресурсу прецизійних з'єднань. В результаті цього коефіцієнт готовності для паливної системи, на біопальному, без заміни конструкційних матеріалів склав 0,66 а з заміною - 0,71, при цьому час на виконання технологічних операцій з технічного обслуговування і ремонту паливної апаратури зменшився на 15 ... 35%.

Список використаних джерел

1. *Журавель Д.П.* Вплив технічного обслуговування і ремонту на надійність машин та обладнання при використанні біологічних рідин. Науковий вісник ТДАТУ. Мелітополь, 2020. Вип. 10. Том 1. [Електронний ресурс]. URL: http://www.tsatu.edu.ua/tstt/wp-content/uploads/sites/6/naukovyj-visnyk-tdatu-2020-vypusk-10-tom-1.pdf

2. *Журавель Д.П.* Оцінка надійності паливного насоса високого тиску дизельного двигуна при експлуатації на різних видах пальних. Науковий вісник ТДАТУ. Мелітополь, 2020. Вип. 10. Том 2. [Електронний ресурс]. URL: http://www.tsatu.edu.ua/tstt/wp-content/uploads/sites/6/naukovyj-visnyk-tdatu-2020-vypusk-10-tom-2.pdf

3. *Бондар А.М., Журавель Д.П.* Обґрунтування показників експлуатаційної надійності енергетичних засобів. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі. 2020. С. 467-473. [Електронний ресурс]. URL: http://www.tsatu.edu.ua/tstt/wp-content/uploads/sites/6/materialy-1-mnpk-tehnichne-zabezpechennja-innovacijnyh-tehnolohij-v-ahropromyslovomu-kompleksi-m.-melitopol-02-27.11.2020.pdf

4. *Журавель Д.П.* Моделювання процесу зношування прецизійних пар паливних систем мобільної техніки при експлуатації на біодизелі. Праці ТДАТУ. Вип. 18, т.2. Мелітополь, 2018. С. 105-118.

УДК 631.31

ВПЛИВ РОСЛИННИХ РЕШТОК НА ІНТЕНСИВНІСТЬ ЗНОШУВАННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ҐРУНТООБРОБНИХ МАШИН

К. В. БОРАК, кандидат технічних наук
Житомирський агротехнічний коледж

Наявність рослинних решток в середовищі ґрунту, з яким взаємодіють робочі органи ґрунтообробних машин під час експлуатації, може суттєво змінювати як механізм так і характер зношування, що в свою чергу призведе до зміни інтенсивності зношування. Для виявлення закономірностей впливу наявності рослинних решток та їх стану на інтенсивність зношування робочих органів ґрунтообробних машин проведені лабораторні і експлуатаційні дослідження [1].

для більшості сухих рослинних решток спостерігається зменшення інтенсивності масового зношування на 4…5%, що пояснюється зменшенням абразивності середовища за рахунок наявності рослинних решток. Для кукурудзи, сої та соняшника навпаки спостерігається несуттєве підвищення інтенсивності зношування на 5…9%.

Для волого матеріалу спостерігається збільшення інтенсивності зношування на 13,5…16%, що можна пояснити виділення амінокислот і амінів з рослинних решток, які призводять до інтенсифікації хімічних процесів на поверхні тертя. Це твердження підтверджують і результати досліджень з абразивною масою, яка в своєму складі мала рослини до збирання (у фазі колосіння для пшениці та в фазі молочно-воскової стиглості для кукурудзи). Так інтенсивність зношування для пшениці збільшилась на 15,4…18,6%, а для кукурудзи – на 21,5%. Рослини під час зношування виділяли соки (патоку), яка за рахунок амінокислот і амінів інтенсифікувала процес абразивного зношування.

Для підтвердження лабораторних досліджень були проведені експлуатаційні дослідження на двох суміжних ділянках поля по 56 га. Ділянки

були розміщені на супіщаних ґрунтах в Овруцькому районі, Житомирської області. Перша ділянка відразу після збирання кукурудзи на силос, друга ділянка чистий пар (поле не оброблялося рік, вносилися гербіциди для недопущення наявності рослинних решток на поверхні поля). Результати досліджень представлені на рис. 1.

В результаті встановлено, що темп масового зношування дискових робочих органів (універсального дискового агрегату УДА 4,5) на полі після збиранні кукурудзи більша на 8% в порівняні з темпом зношування дискових робочих органів на полі без рослинних решток.

Результати експлуатаційних досліджень підтверджують лабораторні дослідження, хоча лабораторні дослідження продемонстрували підвищення на 21,5% а експлуатаційні на 8%. Дане відхилення пов’язано з більш високою концентрацією рослинних решток кукурудзи в абразивній масі при проведені лабораторних досліджень

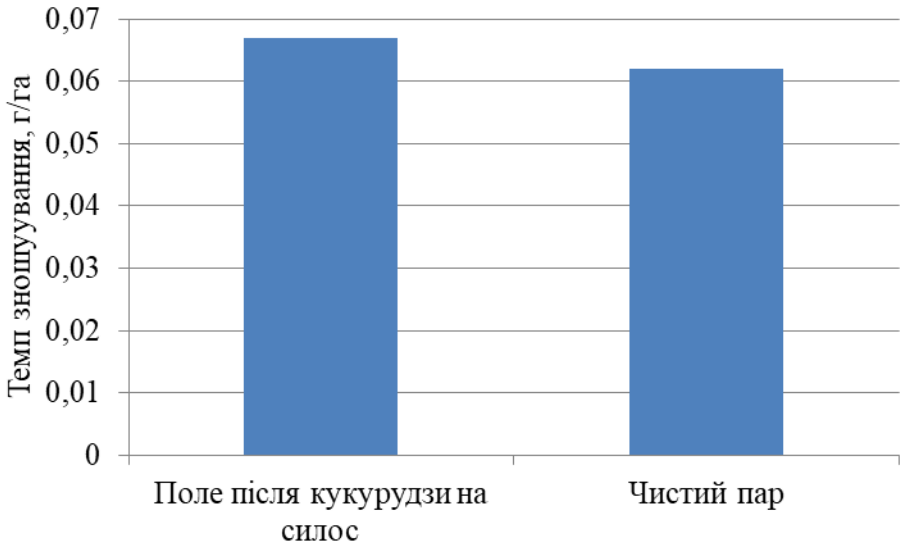


Рис. 1. Темп зношування робочих органів дискового агрегату УДА 4,5

Процес абразивного зношування робочих органів ґрунтообробних машин не можливо розглядати як простий механічний процес, адже при зношуванні в реальному ґрунті хімічний фактор може суттєво прискорювати інтенсивність зношування робочих поверхонь.

Список використаних джерел

1. Borak K. V. Effect of plant remains on abrasive wear rate of the tilling machine movable operating parts. *Міжнародний науковий журнал «Проблеми трибології»*. 2020. № 1. С. 57–62.

УДК 621.717:631.3

ВПЛИВ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ДЕТАЛЕЙ ПІДШИПНИКОВИХ ВУЗЛІВ НА РЕЖИМИ ПРОЦЕСІВ РОЗБИРАННЯ ТА СКЛАДАННЯ

В. Є. ЧУХРАЙ, к.т.н., доцент,
В. І. РИС, старший викладач
Львівський національний аграрний університет
E-mail: v.chukhrai@gmail.com, Rysvasyl@gmail.com

Складаючи підшипникові вузли і контролюючи зусилля запресування, можна пересвідчитись у відповідності даної посадки спряження технічним вимогам. Однак сьогодні залишається проблемою вплив режимів їх розбирання і складання на ресурс підшипникового вузла [1, 2].

В дослідженнях [5-7] сил і моментів, які можуть передаватися спряженням з натягом, не приділялась належна увага механічним властивостям деталей, шорсткості їх поверхонь, можливої кількості повторних операцій складання та розбирання.

На підставі проведених досліджень пропонується збільшити ресурс кулькових підшипників, шляхом зменшення їх радіального зазору, за рахунок деформації внутрішнього кільця, внаслідок встановлення його з більшим натягом (наприклад, зменшення внутрішнього діаметра кільця електролітичним нарощуванням або збільшення діаметра вала).

Під час досліджень нами було розраховано максимально допустиму величину, на яку можна збільшити діаметр вала або зменшити діаметр внутрішнього кільця підшипника, щоб не відбулося руйнування кільця. Тобто визначено максимально допустиму величину натягу.

Припустимо, що тиск p, який чиниться на внутрішнє кільце підшипника під час створення натягу між валом і кільцем в процесі монтажу підшипника на вал, рівномірно розподілений на поверхні кільця, а напруження, які виникають в кільці рівномірно розподілені в поперечному січенні кільця за його товщиною.

Внутрішнє кільце підшипника розглядаємо як осесиметричну циліндричну тонкостінну оболонку постійної товщини. Радіус оболонки R рівний радіусу отвору внутрішнього кільця підшипника. Товщина оболонки h рівна товщині внутрішнього кільця підшипника.

На підставі припущення і умови відсутності згину оболонки для її розрахунку можна скористатися безмоментною теорією оболонок [3, 4].

Відсічемо поперечним перерізом частину циліндричної оболонки (рисунок 1), замінимо відсічену частину силами і запишемо для неї рівняння рівноваги:

$$\sigma_m 2\pi Rh = P \qquad (1)$$

де σ_m – меридіональне напруження, Па; P – осьова складова сил тиску, Н;

R – внутрішній радіус оболонки, м; h – товщина оболонки, м.

Осьова складова сил тиску P за теоремою, доведеною в [3,4], рівна добутку тиску, що діє на поверхню, на площу проекції поверхні на площину, перпендикулярну до осі оболонки:

$$P = \pi R^2 p, \tag{2}$$

де p – рівномірно розподілений тиск, що діє на внутрішню поверхню оболонки, Па.

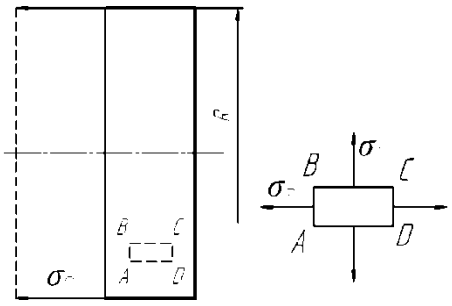


Рис. 1. Схема для складання рівняння рівноваги циліндричної оболонки

З виразів (1) і (2) знаходимо меридіональне напруження, яке виникає в циліндричній оболонці під дією рівномірно розподіленого тиску p:

$$\sigma_m = \frac{pR}{2\pi h}. \tag{3}$$

Колове напруження σ_t можна знайти за формулою Лапласа:

$$\frac{\sigma_m}{\rho_m} + \frac{\sigma_t}{\rho_t} = \frac{p}{h}, \tag{4}$$

де ρ_m – радіус кривизни дуги меридіана серединної поверхні, м; ρ_t – радіус кривизни нормального перерізу, перпендикулярного до дуги меридіана, м.

Для циліндричної оболонки $\rho_m = \infty$, $\rho_t = R$. Тому з виразу (4) знаходимо:

$$\sigma_t = \frac{pR}{h}, \tag{5}$$

тобто колове напруження вдвічі більше за меридіональне.

Елемент *ABCD*, виділений з циліндричної оболонки, знаходиться в двохосьовому напруженому стані. Головні напруження для цього елемента рівні

$$\sigma_1 = \sigma_t,\ \sigma_2 = \sigma_m,\ \sigma_3 = 0. \tag{6}$$

Еквівалентне напруження за теорією Мора рівне:

$$\sigma_{ekv} = \sigma_1 - k\sigma_3. \tag{7}$$

де k – коефіцієнт, що дорівнює відношенню межі текучості матеріалу для розтягу до межі текучості для стискання.

Підставивши вирази (5) і (6) в (7), отримаємо:

$$\sigma_{ekv} = \sigma_t = \frac{pR}{h}. \tag{8}$$

Відносне видовження оболонки в радіальному напрямі, викликане напруженням σ_m, рівне:

$$\varepsilon_t = \frac{\sigma_t}{E}, \tag{9}$$

де E – модуль Юнга, Н/м^2.

Зміна радіуса циліндричної оболонки або, іншими словами, величина створюваного натягу під час монтажу підшипника на вал:

$$\Delta R = \varepsilon_t R. \tag{10}$$

Підставивши вирази (9) і (10) у (8), отримаємо:

$$\sigma_{ekv} = \frac{E}{R}\Delta R\,. \qquad (11)$$

Аналізуючи вираз (11), можемо зробити висновок, що напруження, яке виникає в матеріалі внутрішнього кільця підшипника під час його монтажу на вал з натягом залежить від властивостей матеріалу, з якого кільце виготовлене і є: прямо пропорційне зміні радіуса кільця та обернено пропорційне радіусу кільця;

Максимально допустиме напруження, виникнення якого допускається в кільці підшипника під час монтажу визначається з виразу:

$$\sigma_{ekv}^{\max} = \frac{\lfloor \sigma_p \rfloor}{n}, \qquad (12)$$

де $[\sigma_p]$ – допустиме напруження для матеріалу кільця для статичного розтягу, Па; n – коефіцієнт запасу міцності.

Враховуючи вирази (9) і (10), можемо отримати залежність для визначення максимально допустимого натягу внутрішнього кільця підшипника в процесі монтажу його на вал:

$$\Delta R_{\max} = \frac{R \cdot \lfloor \sigma_p \rfloor}{E \cdot n}. \qquad (13)$$

Вихід напружень за межу $n > 1$, зумовлений перевищенням максимально допустимого натягу ΔR_{max}, що призводить до гарантованого руйнування внутрішнього кільця підшипника.

На підставі запропонованої нами методики розрахунків і графічного відображення закономірності зміни напруження у внутрішньому кільці підшипника, залежно від величини натягу та матеріалу кільця, враховуючи різні коефіцієнти запасу міцності.

Список використаних джерел

1. Чухрай В.Є., Рис В.І. 2003. Обґрунтування параметрів обладнання для заміни підшипників вантажних автомобілів. Вісник Львівського державного аграрного університету: Агроінженерні дослідження № 7, 236-246.

2. Чухрай В., Рис В. 2004. Аналіз обладнання для розбирання підшипникових вузлів. Вісник Львівського державного аграрного університету: Агроінженерні дослідження №8, 348-357.

3. Феодосьев В. И. Сопротивление материалов / В. И. Феодосьев. — Москва: Наука, 1964. — 540 с.

4. Горский А. И. Определение допускаемых напряжений при расчетах на прочность / А. И. Горский, Е. Б. Иванов-Емин, А. И. Кареновский. — Москва : НИИмаш, 1974. — 79 с. Режим доступу: http://sprav-constr.ru/html/tom1/pages/chapter1/ckm17.html.

5. Чухрай В.Е., Рыс В.И., Билань О.В., Юхимчук О.В. 2012. Обгрунтування принципових схем конструкцій знімачів для розбирання підшипникових вузлів / Чухрай В.Є., Рис В.І., Білань О.В., Юхимчук О.В. Шура М.Б. // Вісник Львівського національного аграрного університету:

Агроінженерні дослідження. - 2012.с.330 – 339.

6. Чухрай В.Є., Рис В.І., Ніщенко І.О. 2005. Визначення впливу геометричних параметрів деталей підшипникових вузлів на режими процесів розбирання та складання. Вісник Львівського національного аграрного університету: Агроінженерні дослідження. №9, 364-371.

7. Павлыще В.Т. 1993. Основы конструирования и расчет деталей машин: Учебник. - Москва. Высшая школа, 556.

УДК 621.431.73.004

ВПЛИВ СПОСОБУ ПІДГОТОВКИ ПОВЕРХОНЬ ФЛАНЦІВ НА ГЕРМЕТИЧНІСТЬ НЕРУХОМИХ ФЛАНЦЕВИХ З'ЄДНАНЬ

Є. О. ОНУФРАН студент магістратури факультету конструювання та дизайну
О. О. БАННИЙ, к.т.н., доцент кафедри надійності техніки
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Підготовка поверхонь фланців є невід'ємною частиною технологічного процесу герметизації нерухомих фланцевих з'єднань (НФЗ). На рисунку представлено вплив підготовки поверхонь на тиск розгерметизації фланцевих з'єднань.

Перед нанесенням герметика поверхні готували одним із таких способів: очищали від старої прокладки механічним способом, промивали розчином МС-37, знежирювали ацетоном, очищені механічним способом поверхні покривали шаром моторного масла. Відповідно до результатів попередніх досліджень герметик наносили на поверхню одного з фланців.

Герметичність з'єднань з прокладками з Анатерм-501, нанесених на механічно очищену поверхню склала 31,5 МПа, змащену моторним маслом - 28,0 МПа, очищену 10-процентним розчином МС-37 - 26,5 МПа і знежирену ацетоном - 34,0 МПа . У порівнянні з механічним очищенням тиск розгерметизації фланцевого з'єднання при знежирюванні ацетоном зросла на 7,9%, при нанесенні моторного масла і очищення розчином МС-37 знизилася відповідно на 11,1% і 15,9%.

Дослідження впливу підготовки поверхонь фланців на герметичність з'єднання з прокладкою з Loctite-518 показали аналогічні результати. Так, при механічному очищенню тиск розгерметизації склало 33,0 МПа, при знежирюванні ацетоном воно збільшилося до 36,0 МПа, при нанесенні масла і при очищенні розчином МС-37 знизилася відповідно до 29,0 МПа і 26,0 МПа. Як і в попередньому випадку, при нанесенні моторного масла і очищення розчином МС-37 тиск знизився відповідно на 12,1 і 21,2%, при знежирюванні ацетоном зросла на 9,1%. Зменшення герметизуючої здатності анаеробних складів при очищенні фланців розчином МС-37 пов'язано з тим, що на їх

поверхнях після висихання залишається тонка плівка, що перешкоджає контакту герметика з металом фланця, який є каталізатором їх полімеризації.

Експерименти також показали, що герметизуюча здатність зарубіжного анаеробного герметика в більшій мірі залежить від способу підготовки поверхні, ніж вітчизняного аналога.

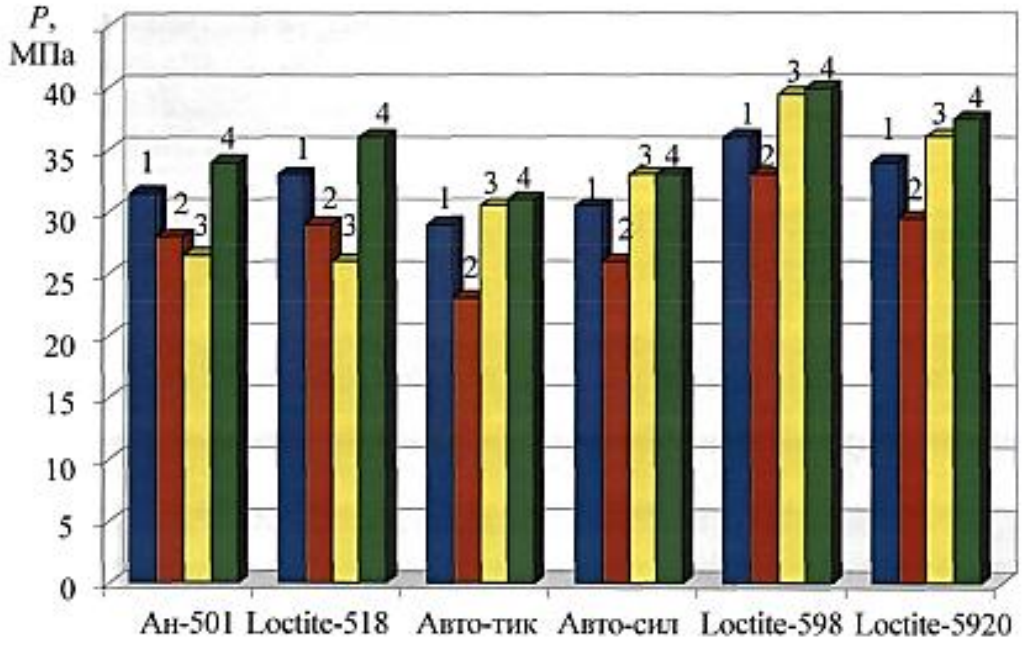


Рис. - Вплив підготовки поверхні на герметичність *P* НФЗ з прокладками з герметиків:
1 - механічна очистка; 2 - нанесення масла;
3 - знежирення ацетоном; 4 - очищення розчином МС-37

Герметичність НФЗ з прокладками з силіконових герметиків в меншій мірі залежить від підготовки поверхні, ніж з анаеробних. Так, тиск розгерметизації з'єднань з прокладкою з автогерметиком при промиванні поверхні розчином МС-37 і знежирення ацетоном збільшується відповідно на 5,2 і 6,9%, а при нанесенні моторного масла знижується на 17,2%. Для Автогермес при очищенні поверхні розчином МС-37 і знежирення ацетоном збільшення герметичності становить 8,2%, а при нанесенні моторного масла - зниження до 14,8%.

Подібні результати отримані при дослідженні впливу підготовки поверхні на герметичність НФЗ з прокладками з Loctite-598 і Loctite-5920, найбільшу герметичність з яких мають фланцеві з'єднання з поверхнями, обробленими механічно (відповідно 36,0 і 34,0 МПа), очищеними розчином МС 37 (відповідно 39,5 і 36,0 МПа) і знежиреними ацетоном (відповідно 40,0 і 37,5 МПа), а найменше - на поверхні яких нанесено моторне масло (відповідно 33,0 і 29,5 МПа).

Видавлювання твердої прокладки під дією тиску робочого середовища перешкоджає сила тертя і опір розтягування, а видавлювання герметиків додатково перешкоджає їх адгезія до фланців. При очищенні поверхні перед

нанесенням силіконових герметиків розчином МС-37 або знежирюванні ацетоном адгезія герметика зростає, отже, збільшується їх герметизуюча здатність.

Таким чином, підготовка поверхонь фланців перед нанесенням герметиків робить істотний вплив на герметичну здатність НФЗ. Так, герметичність з'єднань, поверхні яких знежирені ацетоном, зростає на 21 ... 29% по відношенню до з'єднань, робочі поверхні у яких замаслені.

Тому, при використанні силіконових герметиків рекомендується очищення поверхонь фланців розчином МС-37 або знежирення ацетоном, а анаеробних герметиків - поверхні НФЗ рекомендується знежирювати ацетоном або спеціальними розчинниками, так як їх очищення розчином МС-37 порушує процес полімеризації і знижує герметизуючу здатність.

УДК 631.316

ХАРАКТЕРНІ ДЕФЕКТИ ТА СПРАЦЮВАННЯ ВТУЛОК РОЗПОДІЛЬЧИХ ВАЛІВ ДВИГУНІВ ЯМЗ

Ю. І. РЕВЕНКО, кандидат технічних наук, доцоцент,
В. В. ЛІХТАНСЬКИЙ, магістр,
М. В. ЦИГАНЧУК, магістр
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: revenko@nubip.edu.ua

Розподільчий вал в газорозподільному механізмі забезпечує виконання основної функції - своєчасного відкриття і закриття клапанів, за рахунок чого проводиться всмоктування свіжого повітря і випуск відпрацьованих газів. У загальному вигляді розподільчий вал керує процесом газообміну в двигуні. Втулки распредвала призначені для забезпечення безперешкодного обертання розподільного валу.

Типовими дефектами втулок розподільних валів дослідженнями встановлено:

1) деформації;
2) тріщини;
3) втрата посадки (натягу) втулок;
4) лінійні знос по внутрішньої і зовнішньої поверхонь;
5) виникнення конусоподібні та овальності

Останні три дефекта, є дефектами на які слід звернути увагу. Перші два дефекта спостерігаються рідко та і взагалі є підставою для вибраковки деталі.

Для дослідження пошкоджень були взяті дані мікромітражу 25 двигунів ЯМЗ 236/238 та проведено статистичну обробку одержаних результатів. Вимірювання геометричних розмірів проводилися на не випресованих втулках.

Основні результати мікрометражу наведені в табл. 1. Розглянуті три групи двигунів відповідно до їх напрацювань до постановки на капітальний ремонт.

Таблиця 1

№ п/п	Показник	Од. вимір.	Наробіток, мото.год.		
			до 3000	3000-6000	більше 6000
1	n	-	10	28	9
2	$\bar{И}_{max}$	мм	0,036	0,044	0,049
3	ν	-	0,53	0,72	0,78
4	$max_{\bar{И}_{max}}$	мм	0,07	0,16	0,12
5	$min_{\bar{И}_{max}}$	мм	0,01	0,01	0,01

Примітка: $\bar{И}_{max}$ – величина середнього максимального спрацювання; ν - коефіцієнт варіації; $max_{\bar{И}_{max}}$ та $min_{\bar{И}_{max}}$ – відповідно максимальне та мінімальне значення $\bar{И}_{max}$.

Результати наведені в таблиці свідчать, що величина спрацювання $\bar{И}_{max}$ мало змінюється під час експлуатації із збільшенням напрацювання. Максимальні величини спрацювань коливаються відносно середньої шрупи і складають 0,07; 0,16; 0,12 мм.

Аналіз свідчить про те, що розсіювання лінійних величин спрацювань, при рівних умовах, досягається одного порядка та більше.

В результаті досліджень встановлено, що середнє лінійне спрацювання втулок по внутрішній поверхні складає порядка 40 мкм при максимальному значенні 160 мкм, тобто втулки розподільчих валів відносяться до типових деталей з малими значеннями лінійних спрацювань.

Оскільки втулки не випресовувалися із блоків циліндрів, а ослаблені за натягом не підлягали мікрометражу, то з вказаних досліджень неможливо дослідити технічний стан втулок за діаметром зовнішньої поверхні.

При послабленні посадки втулок в блоці або при їх ви пресуванні небхідно забезпечити посадку з натягом. Для забезпечення цього виникає необхідність відновлення втулок як внутрішньої поверхні так і зовнішньої. Для відновлення їх зовнішньої поверхні необхідно збільшити діаметр відновленням не більше ніж 120 мкм.

Досвід роботи ремонтного виробництва свідчить про те, що сумарний припуск на механічну обробку втулок в блоці коливається в інтервалі від 0.15 мм та більше. Тому, з врахуванням припуску, нарощувати розмір втулки по внутрішній та зовнішній поверхні необхідно по діаметру не менш ніж на 200-300мкм.

УДК 631

МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ СТАТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗАПОБІЖНОЇ МУФТИ

О. М. ТРОХАНЯК, кандидат технічних наук, доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Статичні експериментальні дослідження запобіжної муфти проводились з метою визначення характеру її спрацювання, максимального крутного моменту на чотирьох етапах спрацювання захисного механізму, а також встановлення адекватності теоретичних і експериментальних досліджень.

Для цього півмуфти запобіжної муфти закріплювали у захватах дослідної машини КМ–50–1. Навантаження ведучої півмуфти здійснювали за допомогою обертання нижнього захвату електродвигуном через систему передач. Значення крутного моменту визначали за коловою шкалою, при цьому, фіксували відносне зміщення півмуфт за допомогою кутової шкали. Також машина оснащена записуючим пристроєм, за допомогою якого викреслюється крива залежності моменту від кута повороту нижнього захвату.

Загальний вигляд машини КМ–50–1, на якій встановлена запобіжна муфта гвинтового конвеєра показано на рис. 1.

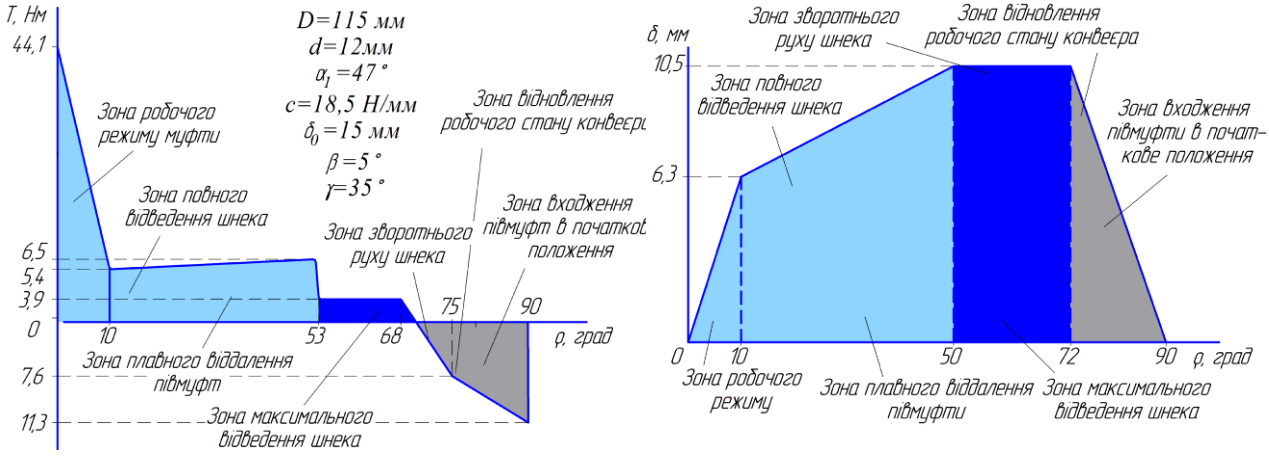
Рис. 1. Загальний вигляд машини КМ–50–1, на якій встановлена запобіжна муфта

При проведенні досліджень фіксували значення крутних моментів в залежності від кута відносного провертання ведучої півмуфти в десятикратній повторюваності.

За результатами досліджень встановлено, що розчеплення півмуфт відбувалось при максимальному крутному моменті, який значно зменшується при виході кульок на похилі робочі канавки ведучої півмуфти. Під час руху кульок по робочих канавках крутний момент зростає не суттєво. У випадку руху кульок по похилих зворотних канавках виникає протимомент, однак його значення не перевищує момент спрацювання запобіжної муфти.

Для проведення експериментальних досліджень запобіжна муфта виготовлялася із наступними конструктивними параметрами: $r=12$ мм; $D=115$ мм; $h=0{,}53r$; $c=18{,}5$ Н/мм; $\delta_0=15$ мм; $\beta=5^\circ$; $\gamma=35^\circ$. Дані параметри підставлялись у теоретичні залежності (2.17), (2.30) і (2.35) При цьому приймали коефіцієнт тертя рівним $\varphi=8{,}5^\circ$.

На рис. 2 показані залежність крутного моменту T та залежність осьового переміщення веденої півмуфти і шнека δ, які виникають на кожному етапі роботи запобіжної муфти від зміни кута відносного провертання півмуфт ρ.



а б

Рис.2. Залежність крутного моменту T (а) та осьового переміщення веденої півмуфти δ (б) від зміни кута відносного провертання ρ

Список використаних джерел

1. Гевко Р.Б. Результати експериментальних досліджень кулькового запобіжного пристрою шнекового транспортера / Р.Б. Гевко, О.М. Клендій // Вісник інженерної академії України. – К., 2014. – № 3-4. – С. 236–241.

2. Патент України на корисну модель №63910, МПК F16D 7/00. Кулькова запобіжна муфта / Гевко Р.Б., Клендій О.М.: заявник і власник патенту Тернопільський національний економічний університет. - № u201103364; заявл. 21.03.2011; опубл. 25.10.2011, Бюл. № 20, 2011 р.

УДК 631.3

АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТА НАДІЙНОСТІ ДИСКОВИХ БОРІН

О. М. БИСТРИЙ, ст..викладач,
А. В. СЕМКО, студент магістратури
Національний університет біоресурсів і природокористування України

З розробкою дискових борін вдосконалених конструкцій, зокрема багаторядних борін з дисками на індивідуальних стійках, їх застосування при обробітку ґрунту значно збільшилось. При обробітку ґрунту за мінімальними технологіями оранка не проводиться, тому дискові борони стають основними знаряддями. Також, дискові борони виконують додаткові функції, наприклад, можуть використовуватися для внесення в ґрунт добрив, зберігають структуру, грунту, зменшують ерозію і вимивання органічних речовин. Суттєвим є зниження собівартості в порівнянні з іншими технологіями обробітку.

Вітчизняні та імпортні дискові борони мають схожий принцип конструкції. Відрізняються конструктивно ті дискові борони, в яких робочим органом є дискова батарея (рисунок 1.2) і ті, у яких робочим органом є індивідуальний ріжучий вузол.

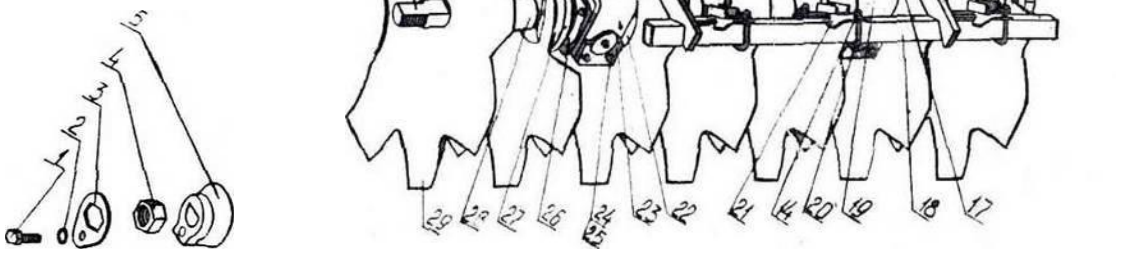


Рис. 1. Дискова батарея: 1 - болт; 2 - шайба; 3 - замок; 4 - гайка; 5 - шайба внутрішня; 7 - вісь батареї; 8 - стійка батареї, регульована; 9 - шайба спеціальна; 10 - штир; 11 - шплінт пружин; 12 - шайба; 13 - болт; 14 - гайка; 15 - шайба; 16 - шайба зовнішня; 17 - чистик; 18 – кронштейн чистиків; 19 - стійка батареї; 20 - хомут; 21 - чистик правий; 22 - упор опуклий; 23 - планка; 24 - болт; 25 - шайба; 26 - підшипниковий вузол; 27 - упор увігнутий; 28 - котушка; 29 - диск [1].

Дискові батареї являють собою багатодискову конструкцію. На вал одягаються сферичні диски (суцільні або вирізні), між якими встановлюються шпульки. Кріплення до рами борони здійснюється через підшипникові вузли.

Індивідуальний ріжучий вузол являє собою окрему стійку з закріпленим на ній сферичним диском через підшипниковий вузол.

Дискові борони з індивідуальними ріжучими вузлами мають в чотири рази більше підшипникових вузлів, в порівнянні із дисковими боронами, в яких використовуються дискові батареї.

Кількість підшипникових вузлів може перевищувати 100. Якщо в них використовується по два підшипника, то кількість може бути більше 200. При відмові одного з підшипникових вузлів дискова борона переходить в неробочий стан, так як не забезпечує якісну обробку грунту. Для усунення відмови необхідний ремонт, що може привести до збільшення термінів обробки грунту, а оптимальні терміни обробки обмежені в часі.

Всі вузли дискової борони при виконанні машиною свого функціонального призначення експлуатуються в складних умовах, що характеризуються значним рівнем запиленості та великими динамічними навантаженнями. Пил, проникаючи через ущільнення в підшипниковий вузол, змішується з мастильним матеріалом, згущує його і перетворюється в твердий конгломерат, що заклинює тіла кочення підшипника. Ці фактори негативно позначаються на довговічності підшипників дискової борони. Так термін служби підшипників дискової борони знижується з 500-700 мото-годин до 150-200 мото-год. [2].

Основним недоліком дискових агрегатів з індивідуальними стійками є велика кількість підшипників, що підвищує ймовірність відмови борони в цілому. Особливо часто вихід з ладу підшипників відбувається на важких грунтах, а це веде до деформації стійки, руйнування диска. Загальні витрати по одній дискової стійці складають до 1,8 тис. грн. [3].

Напрацювання на відмову підшипників робочих органів дискових борін становить близько 100 мото-год. Європейська підшипникова корпорація «ЄРК», з метою збільшення продуктивності дискових борін з індивідуальними стійками робочого органу, модернізувала їх підшипниковий вузол. У ньому використовується дворядний радіально-упорний конічний роликопідшипник закритого типу підвищеної вантажопідйомності [4]. Напрацювання на відмову дискової борони БДТ 5/810 ЕТМ становить 75 мото-год. [5].

Найслабше місце дискової борони - це підвищений знос деталей підшипникових вузлів, знос, короблення та провертання дисків один відносно одного [6].

Напрацювання підшипників робочих органів важкої дискової борони БДТ-720, після якої необхідно проводити заміну підшипників, орієнтовно становить 2000 га. В дискової борони використовується 20 підшипників [6].

Наведені дані свідчать про те, що працездатність дискової борони в значній мірі залежить від технічного стану підшипників її робочих органів.

Список використаних джерел

1. Технічні характеристики і інструкція по експлуатації. Дискові борони СТЕП АГМ 2.8, АГМ 2,5-20П, АГМ 3,1, АГМ 3,1-20П – Виробниче об'єднання ТОВ "АГРОТЕХКОМПЛЕКТ-БЦ - 44 с.
2. Исследование работоспособности и определение рациональных параметров подшипникового узла нового технического уровня повышенной долговечности для использования в дисковой бороне. / Електронний ресурс. - Режим доступу: Ьйр://\¥\у\¥.та81ег8. donntu.edu.ua/201ПйтпУйапЬтМзз/тбех.Ьйп 18.
3. Дискатор «Diskomaster». 18.11.2011 / Електронний ресурс. - Режим доступу: http://www.pk-agromaster.ru/diskator/http://www.pk-agromaster.ru/diskator/
4. Дискова прицепна борона модульна БДМ-3,2х4. 18.11.2011 / Електронний ресурс. Режим доступу: http://**www.** agroachtuba.ru/tech_bor4.php
5. Дискова борона БДТ 5//810 ЭТМ. 26.02.2012 / Електронний ресурс. - Режим доступу: http://samara.tiu.ru/p3362830-borona-diskovaya-bdt- 5810-etm-v-samare.html
6. Характеристики ступиці ріжучого вузла дискової борони. /Електронний ресурс. - Режим доступу:http://rusfkl.ru/harakteristiki_il-l 17-т2

УДК 621.79/553.611

РОЗРОБЛЕННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ ДИСПЕРСНИХ ДОМІШОК ВТОРОННОЇ СИРОВИНИ ЗА ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

О. В. ТІХОНОВ, кандидат технічних наук, доцент
І. М. РИБАЛКО, кандидат технічних наук
Д. М. ФЕДУЛОВ, студент
Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка,
E-mail: kafedraTSRP@i.ua

У сьогоденні широко застосовується відновлення деталей з використанням вторинної сировини. Як відомо, чим дисперсніше домішка, яка додається у рідку ванну, тим однорідніший розподіл хімічних компонентів по перетину відновленого шару, що в свою чергу впливає на зміну мікротвердості. Раніше проводили дослідження з використання вторинної сировини зольних відходів, детонаційної шихти від утилізації боєприпасів, шунгіту, яку подрібнювали вручну та просіювали на різних решетах для використання дрібної фракції.

В даному дослідженні розробили, виготовили та використовували кульовий млин для подрібнення природного матеріалу - глини з різних родовищ та застосування отриманої речовини при відновленні деталей.

Глина в природному стані - це в'язка субстанція, що характеризується певною вологістю, кольором, і в залежності від місця її видобутку різний хімічний склад. Використовували суглинок з Прилукського району Чернігівської області і глину Куп'янського родовища Харківської області. Проби зразків для досліджень взяті в різних шарах родовищ. Перша проба верхнього шару суглинку з Прилукського району мала пісочний колір, другий - суглинок червоного кольору, а третій - світло-бурий. Проба з Куп'янського родовища представляла собою глину, яка була сіро-білого кольору, гігроскопічна і нагадувала крейду.

Глину, яка мала невеликий вміст вологи піддавала спочатку природньому сушінню при температурі 18-20°, а потім у печі з температурою 240 °протягом 90 хв. Подрібнення глин проводили на кульовому млині з частотою обертання 140 об/хв і діаметром кульок 8мм. Зразки перемеленого порошку, в залежності від часу перебування в млині, значно відрізнялися один від одного. Після 120 хв. подрібнення досягається якісне подрібнення, порошок глини більше нагадує пудру, збільшення показало, що частинки SiO_2 та Al_2O_3 повністю подрібнені, тому стало добре видно дрібні включення , та краплі у вигляді металічних включень. Оцінку якості подрібненого порошку проводили за допомогою електронного мікроскопа з великим збільшенням. Далі зіставляли зі шкалою до 0,01 мм і визначали величину частинок порошку. Для застосування порошкову композицію просіювали через сито з комірками до 40мкм.

Перед нанесенням на електроди підготовленого порошку з подрібненою глиною, їх попередньо обробляли в піч з температурою 180°С, 1,5 ч, після чого охолоджували на повітрі. При наплавленні і модифікуванні порошок глини використовували шляхом перемішування його з клеєм марки ПВА в пропорції 2 г порошку і 2,5 г клею. Після чого, отриману суспензію відразу наносили тонким шаром на електроди. На 1 електрод наносили ~ 1,6 г суміші. Для наплавлення використовували електрод моноліт-стандарт з наступним хімічним складом, %: 0,40-0,65 Mn; 0,15-0,40 Si; 0,11 C; 0,035 P та 0,030 S.

Після нанесення модифікуючого покриття на електрод знову просушували його на повітрі 24 ч, а потім дві години в печі при температурі 180°С.

Наплавлення покриття проводили електродом Моноліт за допомогою ручного дугового апарату марки ПАТОН ВДИ-200Р з наступними параметрами наплавлення напруга 20 В, сила струму 85 А. Наплавлені валики виконували у вигляді смуг шириною 12-15мм, і довжиною 30-35мм. Матеріал для наплавлення - сталь 45.

Оцінку хімічного складу такої глини виконані рентгеноспектральним аналізом на енергодисперсному спектрометрі "Спрут" СЕФ 01 М. За результатами аналізу хімічного складу видно, що в глині з Куп'янського родовища присутня висока концентрація кальцію - 56,455%. Тому глина з

даного родовища має високу гігроскопічність, а також схильність до формування грудочок. Глина Прилукського родовища відрізняється підвищеним вмістом кремнію - 73,243%. Така глина мала добру сипкість, і вона якісно подрібнювалася в кульовому млині.

З наведених даних видно, що середні показники після наплавлення електродом Моноліт-стандарт мікротвердість підвищується на ~ 10% в порівнянні з вихідним станом - 151,7. За результатами вимірювань мікротвердості після наплавлення електродом Моноліт стандарт з модифікуванням глинами відповідно з Куп'янського та Прилукського родовищ, а також основного металу зразка встановлено, що при модифікуванні глиною різних родовищ мікротвердість підвищується до ~ 30% в порівнянні з вихідним металом.

Показана ефективність використання для модифікування природного продукту - глини. Розглянуто обладнання для її подрібнення та два різних родовища глин, які відрізняються хімічним складом, особливо Ca і Si. Незалежно від міста родовища, глини містять SiO_2 і Al_2O_3, а також модифікуючи домішки K, Ca, Mg, Na. Такі сполуки є центрами кристалізації, а компоненти також змінюють структуру металу і зв'язують шкідливі домішки. Дані по мікротвердості показують, що у верхній зоні наплавленого шару додавання глин з родовищ її підвищує. Найбільша мікротвердість відповідає середній зоні покриття, яка відновлена з додавання глини Прилукського родовища. При модифікуванні глиною різних родовищ мікротвердість підвищується до 30% в порівнянні з вихідним металом.

Список використаних джерел

1. Применение глины как модификатора в ремонтном производстве / Т.С. Скобло, А.И. Сидашенко, А.В. Тихонов А.В., И.Н. Рыбалко, Б.С. Сиряк // Научно-практический журнал «Агротехника и энергообеспечение» - Орел: ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, 2019. – № 4 (25). - С. 138-154.

УДК 614.8:631.3

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИЧИН ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ В АПК УКРАЇНИ

Є. І. МАРЧИШИНА, доцент, канд. с.г. наук,
М. М. МОТРИЧ, доцент, канд. тех. наук,
Т. О. БІЛЬКО, доцент, канд. біол. наук,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: marchyshyna@nubip.edu.ua, motrych@nubip.edu.ua, bilko@nubip.edu.ua

Агропромисловий комплекс (АПК) завжди був і є пріоритетним напрямком збереження продовольчої безпеки будь-якої країни. В різні періоди галузь сільського господарства зазнавала певних змін. Разом з цим змінювалися підходи до забезпечення охорони праці, що призвело до впровадження системи стандартів безпеки праці, технічних регламентів, професійної підготовки кадрів для виробництва, науки та освіти. Сучасні дослідження вчених працеохоронної науки частково знайшли своє відображення у практичних системах та механізмах, що запобігають виникненню травматизму і профзахворювань.

У більшості підприємств агропромислового комплексу в умовах нестійкого економічного становища відзначається старіння обладнання, техніки та їх значний знос. Чинне на підприємствах обладнання, машини і механізми, більш ніж на 80% не відповідають вимогам охорони праці. Це є причиною того, що агропромисловий комплекс є однією з найтравмонебезпечніших і складних галузей економіки, де рівень летального травматизму залишається неприпустимо високим, коефіцієнт частоти виробничого травматизму іноді в два рази перевищує середнє значення по країні, поряд з щорічним зростанням захворювань та тяжкості травматизму.

За даними статистики, у загальній структурі причин виробничих нещасних випадків з тяжкими наслідками понад 60% займають організаційні причини, в тому числі: недоліки у навчанні працівників з охорони праці щодо безпечних прийомів і методів виконання робіт, незадовільна організація праці, відсутність стимулювання безпечної роботи. Поряд з організаційними причинами високому травматизму та захворюваності сприяють різноманітність видів робіт за несприятливих погодних умов, незадовільні умови праці, зношеність інженерно технічного обладнання, недосконаліть техніки, методів і засобів профілактики травматизму та професійної захворюваності, недосконаліть у навчанні з охорони праці, недостатня увага підготовки дипломованих фахівців з безпеки праці, нестача коштів на заходи з охорони праці. За показниками рівня шуму, вібрації, запиленості, зручності робочої пози, надійності та інших ергономічних показників, обладнання на 65% і більше не відповідає елементарним вимогам ергономіки. Такі умови призводять до підвищення стомлюваності протягом робочої зміни, що служить причиною аварійних ситуацій на виробництві та зростання професійної захворюваності.

За даними Федерації профспілок України рівень травматизму в сільськогосподарському виробництві в 1,7 разів, а в цілому по АПК в 1,6 рази перевищує середні показники по країні. Велика частина травм і аварій в сільському господарстві та у переробних галузях відбувається під час обслуговування техніки.

Результати досліджень вчених показують, що в 75-80% випадків травматизму, пожеж так чи інакше пов'язані з особистістю, її дисциплінованістю, компетентністю, професіоналізмом, оперативністю, здатністю та іншими якостями.

Є серйозні недопрацювання у підготовці і навчанні кадрів, залучення до виконання робіт осіб, які не пройшли інструктаж з охорони праці, а не рідко і без відповідної професійної підготовки та засобів індивідуального захисту. Крім того, недостатньо організована робота на підприємствах АПК в питаннях професійного відбору, що спонукає до травмонебезпечних ситуацій та профзахворювань працівників. На багатьох підприємствах відсутні кабінети, куточки з охорони праці, плакати, пам'ятки, інша наочна агітація. Необґрунтовано недостатньо приділяється уваги організаційному та інженерно-технічному забезпеченню заходів з охорони праці.

Протягом останніх років не проводився глибокий аналіз виробничого травматизму, не переглядаються нормативно-правові документи з охорони праці, що відбивається на якості профілактичної роботи з охорони праці в агропромисловому комплексі.

Серед безлічі факторів, що формують здоров'я населення, велику роль відіграють стан довкілля, організація харчування, умови праці, побуту, виховання та здоровий спосіб життя. Дослідження Всесвітньої організації охорони здоров'я та Міжнародної організації праці свідчать про визначальний вплив стану умов праці на стан здоров'я працівників та тривалість їх життя. Розвиток людського капіталу, охорони здоров'я та освіти є абсолютним пріоритетом у програмі соціально-економічного розвитку національних проектів на середньострокову перспективу.

В умовах економічної кризи під приводом необхідності скорочення витрат роботодавці йдуть на зниження обсягів фінансування заходів з охорони праці, в тому числі і на навчання з охорони праці. Дана тенденція не сприяє поліпшенню якості освітніх послуг навчальних організацій, які з метою виживання йдуть на зниження цін та зводять освітній процес до оформлення протоколу комісії і видачі посвідчень.

Найприйнятнішим виходом з ситуації, що склалася, є профілактика травматизму та профзахворювань за рахунок професійної підготовки і відбору кадрів та впровадження організаційно інженерно-технічних заходів на підприємстві.

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.

УДК 631.11:330.332(477.46)

ОСОБЛИВОСТІ ІННОВАЦІЙНО-ІНВЕСТИЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОЗВИТКУ АПК УКРАЇНИ

О. В. ЗАХАРЧУК, доктор економічних наук, професор,
завідувач відділу інвестиційного та
матеріально-технічного забезпечення
Національний науковий центр «Інститут аграрної економіки»

Інноваційно-інвестиційне забезпечення – це найбільш важлива передумова ефективного функціонування та розвитку сільськогосподарських підприємств, оскільки сприяє нарощуванню обсягів їх виробництва, збільшенню виробничого потенціалу та в цілому зростанню результативності галузі й зміцненню продовольчої безпеки країни. Інвестиції торкаються глибинних основ господарської діяльності, визначаючи процес економічного зростання загалом. Причинами, що зумовлюють необхідність інвестицій, стали відновлення наявної матеріально-технічної бази, нарощування обсягів виробництва, освоєння нових видів сільськогосподарської діяльності, соціальний розвиток села.

У ринкових умовах господарювання забезпечення та підтримання економічного зростання, результативність модернізаційних перетворень, підвищення результативності галузі сільського господарства зумовлюються можливістю забезпечення сільськогосподарських товаровиробників відповідними інвестиційними ресурсами. Звідси інвестиційне забезпечення виступає найбільш важливою передумовою ефективного функціонування та розвитку сільськогосподарських підприємств, оскільки сприяє нарощуванню обсягів їх виробництва, збільшенню виробничого потенціалу та в цілому зростанню результативності сільського господарства.

Проблеми інноваційно-інвестиційного забезпечення постійно перебувають у полі зору наукових досліджень багатьох дослідників, зокрема й науковців ННЦ «Інститут аграрної економіки». Це зумовлено тим, що інвестиційні ресурси дозволяють упроваджувати передові технології, новітню техніку, інноваційні форми організації праці та управління виробництвом. Нововведення, інновації, нові технології й організаційні рішення надають змогу підприємствам вийти з кризових ситуацій, забезпечити високу конкурентоспроможність продукції та підприємств.

Незважаючи на підвищення у 2020 р. рейтингу України в оцінці легкості ведення бізнесу Doing Business на 7 позицій (з 71 місця на 64-те), у 2020 р., не слід очікувати збільшення обсягів інвестування сільського господарства та суттєвих позитивних зрушень легкості ведення бізнесу, що гальмуватиме подальший розвиток залучення інвестицій.

Після сплеску інвестиційної активності у сільському господарстві України у 2016–2018 рр. обсяги капітальних інвестицій вже у 2019 р.

скоротилися майже на 5 % порівняно з попереднім роком від 2,4 млрд дол. США до 2,3 млрд дол. США. Основними причинами інвестиційного спаду стало виникнення додаткових ризиків, пов'язаних із військовими та іншими загрозами, формуванням несприятливої аграрної політики, зростанням рівня невизначеності та очікуванням негативних подій у зв'язку із запровадженням ринку земель сільськогосподарського призначення.

Незважаючи на деякі позитивні явища в окремих сегментах аграрної економіки України ще у 2019 р. дія негативних чинників інвестиційної діяльності переважала. Найбільш вагомими причинами інвестиційного спаду в аграрних секторах економіки були несприятлива аграрна політика, скорочення бюджетної підтримки, звуження можливостей залучення інвестицій та неприйнятні для потенційних вкладників капіталу ризики інвестування. У 2020 році інвестиційний спад пришвидшився до 25-30%.

Також серед негативних чинників, що стримували здійснення інвестиційної діяльності в сільському господарстві й зберігатимуть свій вплив у 2020 та наступних роках: війна, політична нестабільність, прорахунки державного управління економікою, наслідки невиправданої реорганізації центрального органу управління галуззю, корупція та перманентна боротьба між різними фінансово-промисловими формуваннями. Вплив великого агробізнесу на прийняття рішень щодо використання бюджетних коштів посилюватиме також монополізм у галузі та стримуватиме процеси інвестування розвитку малих і середніх сільськогосподарських товаровиробників.

Новим негативним чинником може стати запровадження обігу земель сільськогосподарського призначення, який має запрацювати в Україні з 1 липня 2021 р. Адже сільськогосподарські товаровиробники вже сьогодні дбають про забезпечення своєї діяльності земельними ресурсами у розмірі не більше 100 га на одну особу. Тоді як для створення фермерського господарства з трьох осіб необхідно віднайти кошти на 300 га. При мінімальній вартості в 1000 дол. США за 1 га ці кошти становитимуть не менше 300 тис. дол. США. Лише для змоги викупити землі, що знаходяться у володінні більш як 30 тис. малих фермерських господарств земельною площею 2,7 млн га (середній розмір господарства 90 га) необхідно буде задіяти майже 70 млрд грн. Тому частина коштів, які могли б цього року та в подальшому спрямовуватися в інвестування аграрної галузі, можуть бути заморожені, оскільки у 2020-2022 рр. 70 млрд грн мають бути використані на купівлю землі.

Важливим чинником інноваційного розвитку агропродовольчого сектору України та підвищення його конкурентоспроможності є залучення іноземного капіталу. В процесі трансферу прямих іноземних інвестицій передаються нові технології, досвід, методи організації та управління, що сприяє раціональному використанню наявних ресурсів, розширенню виробничих можливостей та розвитку інноваційного потенціалу країни.

У процесі дослідження обраховано три варіанти інвестиційного забезпечення та визначена потреба в інвестиціях до 2025 р. (у цінах 2019 р.) на

основі вартості основних засобів у сільському господарстві за справедливою ринковою вартістю їх оцінки. Потреба на оновлення основних засобів на рівні 10% від загальної вартості основних виробничих засобів (рівень відтворення) доводить необхідність 90,0 млрд грн інвестицій. Потреба на оновлення основних засобів на рівні 15% від їх вартості (технічна модернізація) потребує 135 млрд грн інвестицій, а за обсягу капітальних інвестицій у сільське господарство на рівні країн ЄС – 150 дол. США на 1 га (інноваційна модернізація) – необхідно 150 млрд грн

Висновки та пропозиції. Для поліпшення інвестиційного забезпечення розвитку сільського господарства й економіки держави слід сконцентрувати зусилля на реалізації стратегічних і поточних заходів з підвищення ефективності діяльності агропідприємств та формування ними власних інвестиційних ресурсів, створенні дієвого механізму державної підтримки інноваційно-інвестиційної діяльності сільськогосподарських товаровиробників, кардинальному поліпшенні стану їх кредитного забезпечення та урізноманітненні кредитних інструментів з метою залучення інвестицій на довгостроковій основі.

Послабленню дії негативних чинників і ризиків у сфері інвестиційного забезпечення сприятиме розробка й запровадження заходів щодо стимулювання оновлення основних засобів на сучасні, високотехнологічні, менш енергоємні, проте екологічно безпечніші та зростання обсягів державної підтримки капіталооснащення аграрного виробництва та її переорієнтації на малі й середні форми господарювання, що забезпечить зростання попиту на інвестиції та інновації.

Список використаних джерел

1. *Захарчук О. В.* Довідник економіста сільськогосподарського підприємства / [Лупенко Ю. О., Захарчук О. В., Пугачов М. І. та ін.] ; за ред. Ю. О. Лупенка та О. В. Захарчука. Київ : ННЦ ІАЕ, 2018. 600 с.

2. *Лупенко Ю. О., Захарчук О. В., Могилова М. М.* Наукове забезпечення техніко-технологічного оновлення аграрного виробництва в Україні. *Економіка АПК.* 2017. № 5. С. 5-12.

3. Матеріально-технічне забезпечення сільського господарства України : посібник / [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.

4. *Мельник О. Г.* Формування методологічних підходів у дослідженнях інновацій та інноваційного розвитку. *Актуальні проблеми економіки.* 2011. № 6 (120). С. 18-25.

5. 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 633. 522: 333

ВИРОБНИЦТВО І ЕКСПОРТ ПРОДУКЦІЇ З КОНОПЛЯНИХ КУЛЬТУР

В. І. МЕЛЬНИК, кандидат економічних наук,
доцент кафедри надійності техніки,
А. В. РУБАНКА, студент* магістратури 1 р. н. факультету
конструювання та дизайну
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Нині у світі істотно зростають обсяги вирощування та перероблення луб'яних культур і особливо конопель. Така ситуація спричинена значним розширенням посівних площ згаданих культур у багатьох економічно розвинених країнах, екологізацією і вдосконаленням технологій їх вирощування та перероблення, а також суттєвим збільшенням обсягів виробництва та розширенням номенклатури товарів, отриманих на їх основі. Подальші дослідження зосереджені на вивченні властивостей отримуваних матеріалів і виробів, комплексній оцінці рівня їх якості та конкурентоспроможності. Важливим аспектом також є проведення економічного обґрунтування сфер найбільш ефективного їх використання.

На сьогодні у світі Китай, перебуваючи лідером у цій галузі, контролює близько 80 % конопляного ринку. У Європі ж провідними державами є Франція (близько 54 % всіх посівів ЄС), Великобританія (близько 9 % посівів в ЄС), Німеччина.

Спектр застосування конопляної сировини є широким. Так, насіння конопель, що містить 30–35 % олії, 18–23 % білка, 20 % крохмалю, 15 % клітковини, 4–5 % золи, використовують для отримання олії високої смакової якості шляхом холодного або гарячого пресування. Вона багата на легкозасвоювані жирні кислоти (лінолеву, ліноленову, гамма-ліноленову), що обумовлює протибактеріальні й противірусні властивості, оскільки сприяє утворенню гамма-глобуліну в організмі. З конопляного насіння добувають також вітаміни та фітин, які використовують у медицині. Швидковисихна олія конопель застосовується для виробництва оліфи, лаків, замазки, мила, фарб, які відрізняються високою стійкістю і тому використовуються під час фарбування металевих поверхонь.

Довге і грубе волокно конопель має велику міцність, не гниє за тривалого перебування у воді. Коноплеволокна використовується для виробництва окремих вузлів у авто- і літакобудуванні, в зообізнесі та для виготовлення меблів. З нього також виготовляють брезент, парусину, мішковину, пожежні рукави, канати, шпагат, шнури, цінний папір. Тканини з конопель, поглинаючи близько 95 % ультрафіолетових променів і 30 % поту, є антистатичними та гігієнічними, а виготовлений з них одяг рекомендується щоденно носити

* Науковий керівник – к.е.н., доц. В. І. Мельник

людям з хворобами хребта, схильним до захворювання ревматизмом, алергією шкіри.

З відходів первинного перероблення конопель (костриці) виготовляють пластмасу, будівельні термоізоляційні та меблеві плити, фанеру, брикети для палива, целюлозу, за новими технологіями із волокна та костриці — оздоблювальні матеріали для офісів під дерево, мармур.

Екстракти з листя конопель мають виражені антибактеріальні властивості. Конопляна макуха є цінним концентрованим білковим кормом для тварин, оскільки 1 кг макухи за вмістом перетравного протеїну відповідає 2,9 кг вівса або 3 кг ячменю, 3,1 кг кукурудзи, 15,3 кг картоплі.

Особливо важливим в умовах техногенного навантаження на довкілля є здатність культури до рекультивування забруднених й виведених з обороту земель шляхом винесення з ґрунту отруйних домішок.

УДК 621.767

РОЗРОБЛЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ГАЗОВИХ ДВЗ З ІСКРОВИМ ЗАПАЛЮВАННЯМ, КОНВЕРТОВАНИХ НА БАЗІ ТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ

С. О. КОВАЛЬОВ, к.т.н., с.н.с.
ДП « ДержавтотрансНДІпроект»,
E-mail: skovalev@insat.org.ua

Зменшення експлуатаційних витрат дизельними сільськогосподарськими транспортними засобами (зокрема витрат на дизельне паливо потужними колісними та гусеничними тракторами) є однією з умов сталого розвитку сільського господарства. Найбільш перспективним способом вирішення цієї проблеми є конвертація дизелів у газові ДВЗ з іскровим запалюванням для роботи на газових моторних паливах. Найбільший економічний ефект такої конвертація досягається при заміні дизельного палива (далі – ДП) на більш дешеве альтернативне газове паливо, яким є зріджений нафтовий газ (далі – ЗНГ).

ДП «ДержавтотрансНДІпроект» продовжує проводити роботи із створення багаторівневої синтез-технології Avenir Gaz для переобладнання дизелів транспортних засобів у газові ДВЗ з іскровим запалюванням для роботи на ЗНГ. Синтез-технологія базується на розроблених електронних мікропроцесорних системах управління газовими ДВЗ, основою яких є два спроектованих і виготовлених електронних мікропроцесорних блоках управлення (далі – ЕБУ).

Адаптацію першого рівня складності синтез-технології Avenir Gaz (класифікованого як рівень «А») проведено шляхом переобладнання тракторного дизеля моделі Д-240 у газовий ДВЗ Д-240-LPG-«А». Згідно з

першим видом робіт синтез-технології Avenir Gaz у дизеля Д-240 проведено повний демонтаж систем живлення та впорскування ДП. Відповідно до другого виду робіт – проведені роботи із внесення змін у конструкцію двигуна. Штатну ступень стиснення дизеля ε =16 (дизельна камера згоряння типу ЦНІДІ) шляхом зміни форми камери згоряння зменшено до ε = 9,5. А головка блоку циліндрів доопрацьована для монтажу свічок запалювання. Згідно з третім видом робіт синтез-технології Avenir Gaz газовий ДВЗ було дообладнано: системою управління наповненням циліндрів зарядом робочої суміші, системою живлення та подачі ЗНГ до впускного трубопроводу через газоповітряний змішувач, а також безконтактною електронною системою запалювання з рухомим розподільником напруги. З метою уникнення перевищення максимальної частоти обертання (встановленої заводом-виробником для відповідної моделі дизеля) було розроблено, виготовлено і встановлено на газовому ДВЗ - спеціальний ЕБУ Avenir Gaz 37 «А».

За результатами випробувань електричному навантажувальному стенді Zöllner, визначені основні технічні характеристики газового Д-240-LPG-«А», які довели, що максимальна потужність газового ДВЗ становить $N_{e,max}$ = 57,5 кВт при n_o = 2200 хв$^{-1}$, а максимальний ефективний крутний момент становить $M_{e,max}$ = 304 Н·м, при nд = 1300 хв$^{-1}$. Запас крутного моменту дорівнює 22 %. Отже, номінальна потужність газового ДВЗ Д-240-LPG склала 97 % від номінальної потужності дизеля Д-240. Отримані енергетичні та економічні параметри показали, що конвертація дизелів у газові ДВЗ є ефективним способом зменшення експлуатаційних витрат дизельними транспортними засобами.

Одночасно, у ДП «ДержавтотрансНДІпроект» продовжуються роботи із розроблення та дослідження другого рівня складності синтез-технології Avenir Gaz (класифікованого як – рівень «В»). Перехід до складності синтез-технології Avenir Gaz рівня «В» проведено встановленням підсистеми багатоточкового впорскування ЗНГ типу Common Rail, а також підсистеми наповнення циліндрів зарядом робочої суміші з механізмом байпасного регулювання потоку повітря. Для управління роботою газового ДВЗ рівня «В», розроблено і виготовлено ЕБУ Avenir Gaz 37 «В». Залежно від модулів програмного забезпечення ПМ (класифікованих як рівні «В1» та «В2») ЕБУ Avenir Gaz 37 «В» забезпечує групове (газовий ДВЗ Д-240-LPG-«В1») або послідовне (газовий ДВЗ Д-240-LPG-«В2») впорскування ЗНГ газовими електромагнітними форсунками до впускного трубопроводу.

Результати проведених стендових випробувань газових ДВЗ свідчать про доцільність конвертування тракторних дизелів у газові ДВЗ із примусовим запалюванням для роботи на зрідженому нафтовому газі на підставі використання розробленої сучасної української синтез-технології Avenir Gaz (рівнів складності «А» та «В»).

Доведено, що конвертація дизелів у газові ДВЗ для роботи на ЗНГ є ефективним способом зменшення експлуатаційних витрат тракторними

дизелями, що у свою чергу дозволяє збільшити частку альтернативних видів газових моторних палив у загальному обсязі моторних палив.

УДК 633.521:631.358:62-192

ПЕРЕДУМОВИ ПРОГНОЗУВАННЯ ТРИВАЛОСТІ ЩОЗМІННОГО ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЛЬОНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

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

Льонозбиральні комбайни (ЛЗК) сучасного покоління мають забезпечувати продуктивність за годину основного часу 0,90 га [1] та коефіцієнт використання змінного часу, що не менше 0,75. За коефіцієнта використання змінного часу 0,8 продуктивність ЛЗК за годину змінного часу має становити 0,72 га, а за 7-годинну зміну – 5,04 га. У виробничих умовах денний наробіток на один ЛЗК коливався в межах від 1,5 до 8,6 га, але в більшості льоносіючих підприємств не перевищував 5 га. За розробками проф. Л.В. Погорілого [2] продуктивність машин значною мірою залежить від їх технологічної надійності. Технологічну надійність ЛЗК оцінюють коефіцієнтом їх технологічної надійності, а також наробітком на технологічні відмови впродовж зміни роботи ЛЗК та числом $n_{вг}$ технологічних відмов комбайна за годину змінного часу. Продуктивність ЛЗК і їх технологічна надійність залежать від технічного стану комбайна, який визначають виконувані регламентні технічні обслуговування і в тому числі щозмінні. Щозмінні технічні обслуговування (ЩТО) ЛЗК проводять, як правило, на початку робочої зміни і вони мають бути виконані за незначної витрати часу. За відповідними нормативно-технічною документацією та іншими літературними джерелами на виконання ЩТО ЛЗК передбачалось від 6 до 38 хв.

В дослідженні за факторіальну ознаку прийнята тривалість ЩТО ЛЗК $T_{ЩТО}$ (хв), а в якості результативних – показники технологічної надійності та продуктивність ЛЗК за годину змінного часу $W_{гз}$ (га/год). Вихідні дані в дослідженні були отримані на підставі опрацювання листів хронометражних спостережень за використанням ЛЗК ЛК-4Т у складі з тракторами класу 1,4 на збиранні виробничих посівів льону-довгунця.

Значущість впливу тривалості ЩТО ЛЗК на коефіцієнт технологічної надійності цих машин, їх наробіток впродовж зміни на технологічні відмови та число цих відмов за годину змінного часу ЛЗК визначена за допомогою *F*-критерію Фішера з ймовірністю відповідно 0,90 та 0,95 і 0,75 [3]. Що стосується впливу тривалості ЩТО ЛЗК і частки цієї тривалості в структурі часу зміни

ЛЗК $k_{ЩТО}$ на продуктивність комбайнів за годину змінного часу, то він з'ясований шляхом обчислення коефіцієнтів детермінації відповідних парних кореляційних зв'язків [4]. За значеннями коефіцієнтів детермінації майже 27 і 19% загальної варіації продуктивності ЛЗК причинно зумовлені впливом $T_{ЩТО}$ і $k_{ЩТО}$.

Характер зміни результативних ознак залежно від факторіальної встановлений з використанням стандартних комп'ютерних програм шляхом вирівнювання експериментальних значень результативних ознак відповідною апроксимуючою функцією за R^2-коефіцієнтом. Із збільшенням тривалості ЩТО ЛЗК при зміні її в межах 9–133 хв коефіцієнт технологічної надійності ЛЗК і наробіток впродовж зміни ЛЗК на технологічні відмови комбайнів прямолінійно зростають. За такої зміни досліджуваних результативних ознак залежно від $T_{ЩТО}$ ЛЗК визначитися з тривалістю ЩТО комбайнів утруднено. Зміна решти результативних ознак від тривалості ЩТО ЛЗК відбувається за криволінійними залежностями, деякі з яких наведені на рисунку.

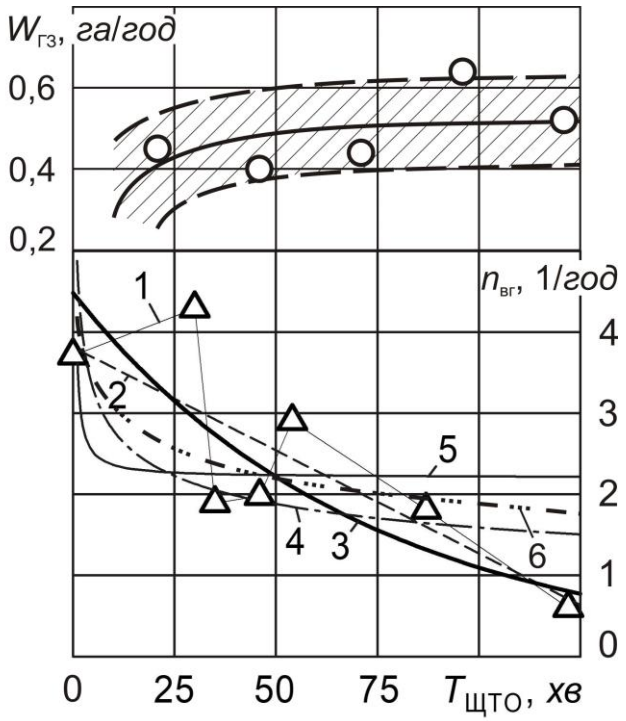


Рис. 1. До прогнозування тривалості щозмінного технічного обслуговування (ЩТО) льонозбиральних комбайнів (ЛЗК):
1 – експериментальні значення тривалості ЩТО ЛЗК $T_{ЩТО}$ (хв) і числа технологічних відмов ЛЗК за годину змінного часу $n_{вг}$; 2 – прогнозована зміна $n_{вг}$ залежно від $T_{ЩТО}$ за прямою з від'ємним значенням кутового коефіцієнта (R^2 = 0,652); 3 – те ж за спадною експонентою (R^2 = 0,749); 4 – те ж за увігнутою спадною степеневою функцією (R^2 = 0,355); 5 – те ж за спадною гіперболою (R^2 = 0,207); 6 – те ж за увігнутою спадною логарифмічною кривою (R^2 = 0,396) та прогнозована зміна продуктивності ЛЗК за годину змінного часу $W_{гз}$ залежно від тривалості щозмінного технічного обслуговування ЛЗК $T_{ЩТО}$ за оберненою (що зростає) гіперболою (R^2 = 0,207)

Якщо прогнозувати зміну $n_{вг}$ залежно від $T_{ЩТО}$ рівнянням прямої з від'ємним кутовим коефіцієнтом, що за його значенням із збільшення $T_{ЩТО}$ на 10 хв в межах досліджуваної її зміни число технологічних відмов за годину змінного часу використання ЛЗК зменшується на 0,25. За прогнозування зміни $n_{вг}$ залежно від $T_{ЩТО}$ рівняннями сповільнено спадних увігнутих степеневої і логарифмічної функцій інтенсивність зменшення числа відмов $n_{вг}$ значно уповільнюється із збільшенням $T_{ЩТО}$ понад 50 хв. Проте за R^2-коефіцієнтом найкраще наближення експериментальних і вирівняних значень $n_{вг}$ забезпечила апроксимація перших рівнянням спадної експоненти. За степеневою, логарифмічною і експоненціальною кривими $n_{вг}$ із збільшенням $T_{ЩТО}$ має сягати відповідного асимптотичного значення. Це асимптотичне значення можна визначити за вільним членом рівняння гіперболи, яку вважають частковим випадком степеневої функції. У разі подання зміни $n_{вг}$ залежно від $T_{ЩТО}$ рівнянням гіперболи її асимптота дорівнює 2,2, що означає про реальність зменшення потоку технологічних до 2 впродовж години змінного часу використання ЛЗК. З графіка зміни $n_{вг}$ залежно від $T_{ЩТО}$ за гіперболічною кривою простежується, що тривалість ЩТО ЛЗК може бути обмежена часом, який становить 25 хв.

За характером зміни продуктивності ЛЗК $W_{гз}$ за годину змінного часу залежно від $T_{ЩТО}$, який описується гіперболічною кривою, простежується (рисунок), що $W_{гз}$ значно зростає при збільшенні $T_{ЩТО}$ до 25 хв, при збільшенні $T_{ЩТО}$ від 25 до 50 хв $W_{гз}$ також зростає, але повільніше, а з подальшим збільшенням $T_{ЩТО}$ до 100 хв і більше темп зростання $W_{гз}$ значно уповільнюється.

Залежно від частки $k_{ЩТО}$ тривалості ЩТО в структурі часу зміни ЛЗК $W_{гз}$, змінюється за випуклою параболою другого порядку (R^2 = 0,552), сягаючи максимального значення за $k_{ЩТО}$, що становить 21% від тривалості зміни. З урахуванням експлуатаційного допуску на $k_{ЩТО}$, нормованих складових 7-годинної тривалості зміни та на підставі логічних міркувань дійшли висновку, що тривалість ЩТО ЛЗК може становити близько 30 хв.

З'ясовану прогнозовану тривалість ЩТО ЛЗК за допомогою прийнятих оцінних показників ефективності їх використання слід брати до уваги при опрацюванні режимів забезпечення справності й працездатності перспективних моделей і зразків льонозбиральної техніки та організації виробничої і технічної експлуатації сучасних машин.

Список літературних джерел

1. Система техніко-технологічного забезпечення виробництва продукції рослинництва: довідник-посібник / Адамчук В.В. та ін.; за ред. В.В. Адамчука, М.І. Грицишина. Київ: Аграрна наука, 2012. 416 с.

2. Погорелый Л.В. Инженерные методы испытания сельскохозяйственных машин. Киев: Тэхника, 1991. 157 с.

3. Лімонт А.С. Прогнозування технологічної надійності льонозбиральних комбайнів. *Техніка та енергетика: журнал наукових досліджень*

сільськогосподарського виробництва. Редкол.: В.С. Ловейкін (голов. ред.) та ін. Київ. 2019. Вип. 10. № 4. С. 97–104.

4. Лімонт А.С. Теоретичні основи забезпечення працездатності машин: навч. посіб. Житомир: Рута, 2008. 420 с.

УДК 631.173

ЧИ БУДУТЬ УКРАЇНСЬКІ АГРАРІЇ З ТРАКТОРОМ КЛАСУ 5 ВІТЧИЗНЯНОГО ВИРОБНИЦТВА?

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

Трактори, як засоби механізації аграрного виробництва, класифікують за низкою класифікаційних ознак. За однією з них трактори розрізняють за класом тяги. В структурі тракторних парків сільськогосподарських підприємств крім інших є колісні трактори загального призначення класу 5, які відносять до тракторів великої потужності. За розробками і узагальненнями науковців кол. Українського науково-дослідного інституту механізації та електрифікації сільського господарства (УНДІМЕСГ), трактори цього класу застосовують в різних природно-кліматичних зонах України [1]. Для підприємств поліської і лісостепової зон трактори класу 5 потрібні в обстеженій кількості.

В підприємствах степової зони з незрошуваним землеробством трактори класу 5 використовують на внесенні і загортанні пестицидів та органічних добрив, оранці, культивації, вирівнюванні і протиерозійному обробітку ґрунту при вирощуванні кукурудзи, соняшнику і рицини. В підприємствах степової зони із зрошуваним землеробством трактори класу 5 використовують на основному обробітку ґрунту, внесенні добрив, внесенні і загортанні пестицидів при вирощуванні просапних культур, транспортних роботах.

У відповідних джерелах наведені нормативи потреби в тракторах класу 5 в розрахунку на 1000 га ріллі і багаторічних насаджень. За одними з нормативів потреба в тракторах класу 5 становить 0,60 шт. на 1000 га ріллі і багаторічних насаджень для сільськогосподарських підприємств України з урахуванням обсягів механізованих робіт, виконуваних в рослинництві, тваринництві, підсобних виробництвах, сільському будівництві та при меліорації. За даними УНДІМЕСГ середня необхідна кількість тракторів класу 5 на 1000 га ріллі і багаторічних насаджень для механізації рослинництва в підприємствах Полісся, Лісостепу, Степу (на зрошуванні) та Степу (без зрошування) становить відповідно 0,21 шт., 0,22 та 0,35 і 0,34 трактора).

Дійти висновку щодо бажаної тракторооснащеності виробників аграрної продукції можна на підставі аналізу функціонування реальних машинно-

тракторних парків (МТП) конкретних сільськогосподарських підприємств. Такий аналіз вважають [2] одним із методів обґрунтованого проєктування технічної оснащеності підприємств, реалізація якої дозволяє забезпечити відповідну ефективність виробництва продукції рослинництва. В дослідженні факторіальною ознакою прийнята оснащеність сільськогосподарських підприємств тракторами класу 5 за їх кількістю (шт. на 1000 га ріллі). За результативні ознаки прийняті урожайність і собівартість озимої пшениці та щільність і собівартість механізованих робіт. Досліджували склад і ефективність функціонування тракторних парків 275 великотоварних колективних сільськогосподарських підприємств Дніпропетровської області як такої, що характеризує виробництво озимої пшениці і механізованих робіт в умовах степової зони України.

Розмах варіювання кількості тракторів досліджуваного класу коливався від 0 до 1,0 на 1000 га ріллі за середнього арифметичного значення і середнього квадратичного відхилення відповідно 0,35 і 0,189 та коефіцієнта варіації 54,0%. Варіаційний ряд кількості тракторів був розчленований на п’ять статистичних груп з класовим інтервалом 0,19 трактора. Середньогрупова кількість тракторів в першій, другій, третій та четвертій і п’ятій групах становила відповідно 0,15 трактора, 0,34; 0,53 та 0,72 і 0,91 трактора. Між урожайністю озимої пшениці, її собівартістю, щільністю та собівартістю механізованих робіт, як результативними ознаками, і кількістю тракторів класу 5 виявлений кореляційний зв’язок з коефіцієнтами кореляції відповідно 0,170; мінус 0,026; 0,056 та 0,070 за кореляційних відношень в тій же послідовності відповідно 0,211; 0,211; 0,096 та 0,110. Кореляційні відношення в цих зв’язках дещо перевищують значення коефіцієнтів кореляції. Таке є свідченням можливого криволінійного зв’язку досліджуваних результативних і факторіальної ознак. Це підтверджує перевірка узгодженості лінійних моделей регресії за *t*-критерієм Стьюдента з використанням визначених коефіцієнтів кореляції.

Зміна урожайності озимої пшениці залежно від оснащеності підприємств тракторами класу 5 описується логістичною кривою. Збільшення кількості тракторів класу 5 від 0,15 до 0,53 на 1000 га ріллі викликає незначне підвищення урожайності озимої пшениці, а збільшення кількості тракторів до 0,72 і далі до 0,91 супроводжується підвищенням урожайності озимої пшениці відповідно на 10 і 24% порівняно із тракторооснащеністю 0,53 на 1000 га ріллі. Урожайність озимої пшениці сягає максимального значення у підприємствах, що мають середньогрупову кількість тракторів класу 5 0,91 шт. на 1000 га ріллі. Оснащеність підприємств тракторами класу 5 0,72 трактора на 1000 га ріллі слід розглядати як мінімальну, що забезпечує достатній рівень урожайності озимої пшениці. Отже, можливість підвищення урожайності озимої пшениці за рахунок оснащеності підприємств тракторами класу 5 обмежується їх кількістю 0,72 трактора на 1000 га ріллі.

Зміна щільності механізованих робіт залежно від оснащеності підприємств тракторами класу 5 описується також кривою, що близька до логістичної. Інакше, існує певна тракторооснащеність, перевищення якої не

супроводжується підвищенням щільності механізованих робіт. Стосовно тракторів класу 5 з підвищенням їх кількості в структурі тракторних парків спостерігається навіть зменшення щільності механізованих робіт. Тому вважаємо можливим вести пошук характеру зміни щільності механізованих робіт залежно від кількості тракторів класу 5 за рівнянням випуклої параболи, за якої максимум щільності механізованих робіт спостерігається в підприємствах, що мають середньогрупову кількість тракторів досліджуваного класу 0,72 на 1000 га ріллі.

Зміна собівартості озимої пшениці і собівартості механізованих робіт залежно від кількості тракторів класу 5 в структурі тракторних парків підприємств відбувається за увігнутими параболами і сягає найменшого значення за тракторооснащеності 0,34. Зменшення кількості цих тракторів до 0,15, а також збільшення до 0,53 та 0,72 і далі до 0,91 трактора на 1000 га ріллі призводить до підвищення собівартості механізованих робіт.

Урожайність озимої пшениці і щільність механізованих робіт максимізуються за одного значення оснащеності підприємств тракторами класу 5, а собівартість озимої пшениці і механізованих робіт мінімізуються за іншої оснащенності підприємств тракторами цього класу. Приймаючи, що екстремуми цих двох пар функцій рівнозначущі, визначили компромісне значення тракторооснащеності. Орієнтовно за компромісним значенням оснащеність підприємств степової зони України тракторами класу 5 має становити 0,53 на 1000 га ріллі.

За інформацією [3] в Україні опрацьовані вітчизняні трактори класу 5. Це трактор Vakula, що родом з Харкова і який побудовано на базі трактора К-701. Відмічено, що трактор Vakula 300 з часом «зможе стати базою для нового модельного ряду вітчизняних тракторів» [3, с. 17]. В роботі [3] вказано, що Мелітопольський механічний завод (НПО «Базис»), який виготовляв запасні частини для тракторів «Кировец», реалізував власний тракторний проєкт і організував виробництво тракторів Коваль 5300, 5350, 5390 і 5450. Трактор Коваль 5450 з двигуном «потужністю 450 к. с. вже був здатним працювати з європейськими причіпними агрегатами...» [3, с. 18]. Українські аграрії сподіваються і мають надію, що на їхніх полях працюватимуть трактори класу 5 вітчизняного виробництва.

Список літературних джерел

1. Лімонт А.С. Ефективність інженерної служби з використання машин в рослинництві: монографія. Житомир: Полісся, 2009. 196 с.

2. Киртбая Ю.К., Чеченов М.М. Анализ функционирования инженерно-технической службы сельскохозяйственного предприятия. *Вестник сельскохозяйственной науки*. 1981. № 9. С. 73–82.

38. Васільєв О., Литовченко О. Перспективи тракторобудування в Україні в найближчі роки. *Техніка і технології АПК*. 2019. № 4 (13). С. 14–21.

УДК 631.357.2

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ДІАГНОСТУВАННЯ ЦИЛІНДРО-ПОРШНЕВОЇ ГРУПИ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ

О. М. САКАЛО, студент,
П. С. ПОПИК, к.т.н., доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України

В останнє десятиліття в АПК України посилилися негативні тенденції в сфері технічної оснащеності сільськогосподарського виробництва: скорочення чисельності машинно-тракторного парку вітчизняного виробництва, погіршення його технічного стану, а також моральне і фізичне старіння.

Сільськогосподарське виробництво перебуває в технічній і технологічній кризі, практично відсутня матеріально-технічна основа зростання його ефективності. Спостерігається подальше скорочення парку тракторів, автомобілів, зерно- та кормозбиральних комбайнів, сільськогосподарських та інших машин в сільгосппідприємствах, збільшуються питомі витрати на підтримку парку в працездатному стані.

Недостатня кількість техніки призводить до того, що не дотримуються оптимальні агротехнічні терміни виконання польових робіт, а це, в свою чергу, призводить до втрат в кінцевому продукті. Високий ступінь зносу машин обумовлює значні втрати врожаю при збиранні. Крім того, близько 22% техніки через критичний знос не задіяно в польових роботах. Зростання цін на витратні матеріали, в тому числі і на паливо-мастильні матеріали, запасні частини, привів до зростання вартості технічного обслуговування і ремонту машин. Тому у виробничій експлуатації техніки в даний час найважливішими завданнями є максимальне використання наявних резервів для ефективного функціонування і експлуатації МТП. Що в свою чергу робить необхідним освоєння прогресивних форм технічного обслуговування, діагностування, ремонту і зберігання сільськогосподарської техніки; розробку нових технічних вимог і технології ТО і ремонту машин; освоєння стратегії ТО і ремонту за поточним станом з визначенням залишкового ресурсу параметрів машин. Для підтримки техніки в працездатному стані, своєчасного виявлення несправностей і запобігання відмов проводиться діагностування.

Існуюче в даний час технічне діагностування дизельних двигунів проводиться зазвичай з частковим розбиранням. Такий спосіб досить трудомісткий, вимагає значних матеріальних витрат і не завжди забезпечує отримання якісних показників, необхідних для проведення технічного обслуговування. Також необхідні діагностичні засоби, що дозволяють проводити вимірювання параметрів технічного стану під час роботи в експлуатаційних умовах. Контролюючи діагностичні параметри і оцінюючи характер їх зміни, можна відстежувати технічний стан дизеля. Використання сучасних досягнень в інформаційно-вимірювальної, обчислювальної та

радіоелектронної техніки дозволяє створити пристрої, що мають високу точність і універсальність. Вибравши діагностичний параметр, що задовольняє умовам безрозбірного діагностування, можна створити пристрої для цих цілей. Широке впровадження таких пристроїв дозволяє підвищити якість, швидкість і об'єктивність контролю, одночасно досягаючи високого рівня автоматизації і умов праці при виконанні діагностичних робіт.

Створення діагностичного пристрою, яким оцінюється технічний стан циліндропоршневої групи дизелів за параметрами картерних газів, і вдосконалення технології діагностування за даними параметрами стало визначальною метою досліджень. Намічена мета зумовила постановку завдань майбутніх досліджень, вирішення яких дозволило виявити закономірності впливу різних чинників на діагностичний параметр витрати газів картерів, слабкі і сильні сторони розглянутого способу діагностування.

В основу робочої гіпотези покладено можливість підвищення якості оцінки технічного стану циліндропоршневої групи по діагностичним параметрам картерних газів без розбирання двигуна.

Список літературних джерел

1. 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.

2. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве: учеб. пособие для вузов / В.И. Черноиванов и др. // под ред. В.И. Черноиванова. -М.: 2003. - 992 с.

3. Диагностика и техническое обслуживание машин: учебник для студентов высш.учеб. заведений / [А.Д. Ананьин, В.М. Михлин, И.И. Габитов и др.]. - М.: Издательский центр «Академия», 2008. - 432 с.

УДК 631.3.001

ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ РУКАВІВ ВИСОКОГО ТИСКУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

І. Ю. СОЛОХНЕНКО, студент,
П. С. ПОПИК, к.т.н., доцент.
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Одним із напрямів удосконалення сільськогосподарської техніки є оснащення її більш надійним гідравлічним устаткуванням.

Досвід експлуатації показує, що ефективність застосування і можливість більш широкого використання гідравлічного обладнання, значно знижені через недостатню надійності рукавів високого тиску (РВТ).

За даними польових випробувань тракторів Харківського тракторного заводу, деформації, що виникають при монтажі кінцевої арматури, різко знижують працездатність і призводять до відмови рукавів. Армування найчастіше відбувається з порушенням цілісності силового шару. Розгерметизація рукавів в зоні від 0 до 60 мм від наконечника складає 44,5% від загальної кількості відмов. Розгерметизація під муфтою відбувається в 22% спостережуваних рукавів.

За даними експлуатаційних випробувань, відмови рукавів високого тиску через течі в обтисканні відбуваються в 21% випадків, унаслідок розриву рукавів в безпосередній близькості до муфти в 24% випадків.

Найбільший тиск в гідросистемах сільськогосподарської техніки в даний час складає 16,5 МПа. Найбільший тиск, що розвивається сучасними насосами, досягає 21,0 МПа. Напрацювання гідроагрегатів доведена до 6000 мото-годин. Неармовані рукава високого тиску з металевими обплетеннями, що випускаються по ГОСТ 6286-73, вже зараз можуть забезпечити найбільший тиск 30,0 МПа і напрацювання 6000 мото-годин. Армовані рукава високого тиску гідросистем тракторів, забезпечують в даний час напрацювання 1500 мото-годин при найбільшому тиску в системі 16,5 МПа. Для виробітку ресурсу неармованого рукава передбаченого ГОСТ, РВТ ремонтують. Однак, напрацювання відремонтованих рукавів, незважаючи на різноманіття існуючих способів, їх ремонту, залишається низькою. Рукава високого тиску імпортного виробництва також не однорідні за своєю якістю. Останнім часом почастішали випадки виходу з ладу в перші години експлуатації рукавів високого тиску імпортного виробництва. РВТ виготовлені в країнах Південно-Східної Азії, Індії та країнах Східної Європи, при всій своїй дешевизні поступаються рукавах, виготовленим в Західній Європі. Все частіше під Європейськими торговими марками на ринок РВТ надходять рукава низької якості, виготовлені в Китаї. Така продукція не витримує температуру нижче -25°С, зовнішні і внутрішні діаметри рукавів не витримують вимог стандартів. Склад сировини при виробництві таких рукавів не відповідає пропорціям складу гідравлічної гуми.

У зв'язку з цим, дослідження щодо вдосконалення технології складання кінцевої арматури рукавів високого тиску гідросистем є важливим і актуальним завданням для сучасного ремонтного виробництва.

Список літературних джерел

1. 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.

2. Белый А.В., Карпенко Г.Ю., Мышкин Н.К. Структура и методы формирования износостойких поверхностных слоёв. / М.: Машиностроение 1991. - 208 с.

3. Бородин И.И. Обжатие муфт на рукавах высокого давления / И.И. Бородин, С.В. Иншаков // Сельский механизатор. - 2013. - № 1. - С. 33-37.

УДК 631.357.2

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ДІАГНОСТУВАННЯ ЦИЛІНДРОПОРШНЕВОЇ ГРУПИ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ

Д. О. ШУСТОВ, студент,
П. С. ПОПИК, к.т.н., доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України

У реальних умовах експлуатації значна кількість машин направляється в капітальний ремонт в той час, коли вони за своїм технічним станом потребують поточного ремонту, а іноді тільки операцій технічного обслуговування. Застосування засобів діагностування дозволяє в умовах експлуатації скоротити на 30...40% коефіцієнт охоплення капітальним ремонтом без зниження показників надійності машин.

Визначення потрібних засобів технологічного оснащення є найважливішим завданням, що визначає ефективність процесу діагностування на підприємстві. Від рівня технічної оснащеності діагностичними засобами контролю багато в чому залежить коефіцієнт технічної готовності машинно-тракторного парку. І хоча діагностування не робить безпосереднього впливу на технічний стан машини, застосування правил призначення регулювальних або ремонтних робіт за результатами діагностування дозволяє підвищити надійність агрегатів машин в цілому шляхом запобігання відмов. Мета діагностування полягає у визначенні технічного стану окремих елементів, виявленні причин несправностей і видачі рекомендацій по виконанню необхідних операцій технічного обслуговування і ремонту. За результатами діагностування даються рекомендації про необхідність регулювань, заміни та виду ремонту. Усунення несправностей, виявлених в процесі діагностування, знижує витрати при експлуатації на підтримку техніки в працездатному стані на 15...25%, а коефіцієнт готовності підвищується до 0,9. При цьому необхідно зазначити, що діагностичне обладнання має різну продуктивність, вартість і вимагає різних виробничих умов застосування.

Основними критеріями вибору з безлічі засобів одиничного є мінімум наведених річних витрат на його утримання і величина річних втрат від його недовантаження:

$$C + E \cdot K \to \min, \qquad (1)$$

де С - собівартість виконання технологічного процесу діагностування, тис. грн.;

Е - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень;

К - капітальні вкладення, тис. грн.

Найефективнішими в даному випадку будуть переносні засоби експрес-діагностування. Ціновий діапазон переносних засобів на порядок нижче стаціонарних. Застосування таких діагностичних засобів не вимагає

спеціалізованих приміщень, а застосування більшості засобів експрес - діагностування можливо в експлуатаційних умовах (не вимагає навіть спеціально підготовленого майданчика). Тому застосування таких засобів обумовлюється мінімальними витратами. Основними суттєвими витратами при використанні КИ-28292 ГОСНИТИ - діагностичного комплекту для визначення технічного стану циліндропоршневої групи будуть витрати на його придбання і щорічну перевірку його як засобу вимірювання.

Варто відзначити і техніко-економічну ефективність застосування вдосконаленої технології діагностування циліндропоршневої групи по параметрам картерних газів.

Економічний ефект розраховується за умовами використання обладнання за розрахунковий річний період. Сумарний ефект розраховується за формулою:

$$E_m = \left(\frac{З_б}{W_б} - \frac{З_о}{W_о} \right) \cdot W_о, \qquad (2)$$

де E_m - економічний ефект;

$З_б$ і $З_о$ - вартісна оцінка витрат на обслуговування машини за базовим і розробленим варіантом результатів здійснення заходів;

$W_б$ і $W_о$ - напрацювання машин за базовим і розробленим варіантом.

Застосування технології дозволяє скоротити час підготовчих робіт перед процесом діагностування більш ніж в 2 рази. Пов'язано це, перш за все з тим, що відпадає необхідність прогрівати двигун до температури 80...95° С (температура охолоджуючої рідини і картерної оливи при діагностуванні). Діагностування за новою технологією можливо і при температурі 40...60° С, прогріти двигун до якої значно простіше і швидше. Облік технологією якості картерної оливи (час напрацювання) в свою чергу робить метод оцінки циліндропоршневої групи по картерним газам більш точним і при проведенні позапланових діагностувань (не пов'язаних з проведенням ТО).

Ефективність технології полягає в підвищенні достовірності оцінки технічного стану на 10...20 % і скорочення загального часу проведення діагностування на 30…50 %.

В якості критерія обґрунтованості економічної ефективності використання технології діагностування циліндропоршневої групи двигунів за параметрами картерних газів вибрано можливе своєчасне достовірне визначення технічного стану з виявленням існуючих несправностей (відмов). Це зумовлює зниження простоїв через невиправданого капітального ремонту двигуна. Або, іншими словами, критерієм обґрунтованості є повне використання ресурсу циліндропоршневої групи двигуна, що не приводить до значних витрат експлуатації, що враховує зниження витрат пов'язаних з передчасним ремонтом двигунів.

Розрахунок техніко-економічної ефективності діагностування ціліндропоршневої групи двигуна доцільно проводити відповідно до методичних рекомендацій ГОСНИТИ «Методичні рекомендації та методи

визначення фактичної і перспективної ефективності впровадження нової техніки і передових форм організації виробництва при ремонті і технічному обслуговуванні машин».

Впровадження технології та приладу діагностування дозволяє скоротити питомі витрати, викликані передчасним необґрунтованим капітальним ремонтом двигунів.

Список літературних джерел.

1. Тракторы сельскохозяйственные. Руководство по ремонту, диагностированию. / Под. ред. Л.Ф. Лобановой. - М.: 1982. - 56 с.

2. Двигатели Mitsubishi 4D33, 4D34-T4, 4D35, 4D36, Hyundai D4AF, D4AK, D4AE: устройство, техническое обслуживание и ремонт. - М.: 2004. - 104 с.

3. Диагностика и техническое обслуживание машин: учебник для студентов высш.учеб. заведений / [А.Д. Ананьин, В.М. Михлин, И.И. Габитов и др.]. - М.: Издательский центр «Академия», 2008. - 432 с.

Секція 2 *«Надійність технологічних систем у рослинництві»*

УДК631.354.026

АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ПРОСІЮВАННЯ ЗЕРНА НА КЛАВІШНОМУ СОЛОМООЧИСНИКУ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА

С. В. СМОЛІНСЬКИЙ, канд. техн. наук, доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
E-mail: smolinskyi@nubip.edu.ua

Для виділення із грубого соломистого вороху вільного вимолоченого зерна в конструктивних схемах зернозбиральних комбайнів застосовуються соломоочисники клавішного і роторного типу. На основі аналізу ринку сучасної техніки найбільшого поширення набули зернозбиральні комбайни з барабанною системою обмолоту та клавішним соломоочисником (соломотрясом).

Дослідженнями як вітчизняних, так і закордонних вчених встановлено, що на показники ефективності роботи соломоочисників і зернозбиральних комбайнів в цілому суттєвий вплив мають умови виконання процесу збирання, властивості соломистої маси та параметри і режими роботи соломоочисників.

З метою пошуку шляхів підвищення ефективності виділення зерна на клавішних соломотрясах було проаналізовано показник - коефіцієнт сепарації зерна на соломоочиснику, який характеризує його сепарувальну здатність та визначає характер і інтенсивність зміни вмісту зерна в соломистій масі.

В результаті аналізу відомих рівнянь просіювання (Р.Г. Галеутдинова та И.Ф. Василенко) вираз для визначення коефіцієнту сепарації матиме вигляд

$$\mu = Cx^{B-1} \qquad (1)$$

де μ – коефіцієнт сепарації зерна на соломотрясі, C, B – емпіричні коефіцієнти, які визначають вплив характеристик маси та параметрів і режимів роботи сепарувального пристрою, x – поздовжня координата на поверхні соломотряса.

В цілому, рівняння виділення зерна на соломотрясі представимо у вигляді

$$ВЗ_С=100\exp[-L\,\mu\,\exp(-A_1w-A_2K_Д-A_3Q-\ldots)], \qquad (2)$$

де $ВЗ_С$ – втрати зерна за соломотрясом, L – довжина соломотряса, μ – коефіцієнт сепарації зерна на соломотрясі, w – вологість соломистої маси, $K_Д$ – коефіцієнт динамічності, яка визначатиметься: $K_Д = (\omega^2\rho)/g$, ω – кутова швидкість кривошипа привода соломотряса, ρ – радіус кривошипа привода соломотряса, Q – подача соломистої маси на поверхню соломотряса, A_1, A_2, A_3,… – емпіричні коефіцієнти.

Для забезпечення ефективної роботи соломотряса необхідно і доцільно, щоб коефіцієнт динамічності соломоочисника прямував до оптимального значення $K_Д \rightarrow K_{Дopt}$, яке визначатиметься згідно виразу

$$K_{Дopt}\{\sin[K_{Дopt}\,t^2/\rho]^{0,5}+f\cos[K_{Дopt}\,t^2/\rho]^{0,5}\}+f\sin\alpha-\cos\alpha=0, \qquad (3)$$

де α – кут нахилу клавіш соломоочисника до горизонту, f – коефіцієнт тертя соломистої маси по матеріалу поверхні клавіш.

Оскільки умова ефективної роботи має вигляд $ВЗ_С \rightarrow \min$, тоді коефіцієнт сепарації зерна на соломотрясі

$$\mu = \{\ln[0{,}01\ ВЗ_С]\}/\{-Lexp(-A_1w-A_2K_Д-A_3Q-\ldots)\}. \qquad (4)$$

Після прирівнювання виразів (1) і (4), одержимо

$$\{\ln[0{,}01\ ВЗ_С]\}/\{-Lexp(-A_1w-A_2K_Д-A_3Q-\ldots)\}- Cx^{B-1} =0. \qquad (5)$$

Для графічної інтерпретації одержаної теоретичної залежності (5) було проведено комп'ютерний експеримент по зміні просіювання зерна вздовж соломотряса. При цьому, соломотряс було умовно розділено у поздовжньому напрямку на 10 зон однакової довжини і зі сталою інтенсивністю сепарації. В результаті проведеного експерименту було одержано діаграму процента маси просіяного зерна вздовж соломотряса при вологості соломистої маси 13% та частоті обертання кривошипа соломотряса 220 об/хв. (рис. 1).

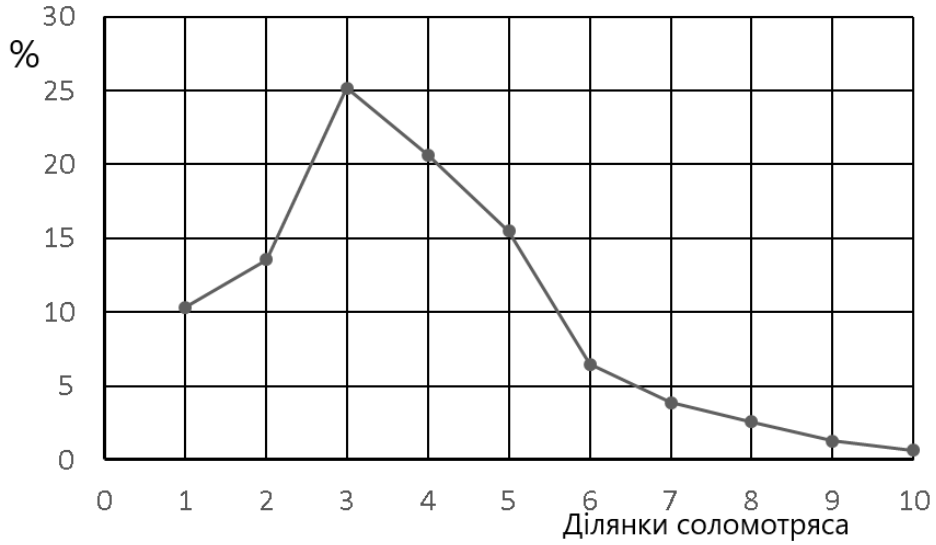


Рис. 1. Діаграма процента маси просіяного зерна вздовж соломотряса при вологості соломистої маси 13% та частоті обертання кривошипа соломотряса 220 об/хв.

Із отриманих залежностей (2), (3), (4) випливає, що мінімізація втрат зерна та інтенсифікація його виділення із соломистої маси може бути досягнута шляхом застосування відомих технічних рішень: двоярусного соломотряса; активатора соломоочисника; активатора-розподільника над соломотрясом; транспортуючого пристрою над соломотрясом; ножового інтенсифікатора сепаратора грубого вороху; пальчастого гребінчастого сепаратора грубого вороху; обертового розподільника зерна і соломи; пальцевої гребінки сепаратора і т.д.

На основі аналізу одержаних залежностей та відомих технічних рішень встановлено, що основним технологічним принципом підвищення показників

ефективності функціонування соломоочисників є контроль характеристик соломистої маси (вологість, соломистість і т.д.), а також контроль та оперативне керування режимами роботи соломотряса у відповідності до контрольованих характеристик соломистої маси і величини її подачі шляхом застосування в конструктивних схемах зернозбиральних комбайнів систем адаптації.

УДК 631.36.001.66

РОЗРОБКА СТАЦІОНАРНОГО ПОДРІБНЮВАЧА КАЧАНІВ КУКУРУДЗИ

В. Б. ОНИЩЕНКО доцент, к.т.н.,
Є. ЛАТАНСЬКИЙ, студент магістратури
НУБіП УКРАЇНИ.
В.Ф. КУЗЬМЕНКО, с.н.с., к.т.н.,
ННЦ ІМЕСГ НААН України

Вальцевий подрібнювач має вальці довжиною 1 м та діаметром 300 мм. Глибина рифів на вальцях до 3 мм при кроці між ними 12 мм. Параметри рифів дозволяють переробляти з високою продуктивністю суміш зеленої маси кукурудзи , гороху, повністю розщеплюючи при цьому стебла та міжвузля, а зерна у межах 96,5… 99,5%. Такий подрібнювач можна використовувати для подрібнення зеленої маси у потоковій лінії завантаження сховищ при заготівлі силосу з кукурудзи воскової стиглості чи сінажу з зернобобових сумішок. Для розширення зони використання, подрібнювач доцільно використовувати для подрібнення зерна та качанів кукурудзи при заготівлі зерностержневої суміші із білково-вмісними компонентами.

Попередні дослідження підтвердили роботоздатність подрібнювача і надійність виконання ними технологічного процесу, дозволили встановити вплив режимів та параметрів його роботи на модуль подрібнення.

Встановлено, що при подрібненні качанів кукурудзи доля часток до 5 мм складає 80%. Циркуляція крутного моменту через привід виникає внаслідок різниці швидкостей вальців.

Для отримання результатів вальцевий подрібнювач (рис. 1) монтувався з завантажувальним транспортером, який повинен забезпечувати відповідну подачу і вивантажувальним транспортером. Для виміру потужності в електричну мережу вмонтовувався самопишучий kW – метр з трансформаторами струму.

Основними характеристиками подрібнювача є : діаметр вальців 300 мм; швидкість тихохідного вальця 23,1 м/с; швидкохідного - 25,4 … 39,3 м/с; довжина вальців – 1 м. Потужність приводу – 45 кВт.

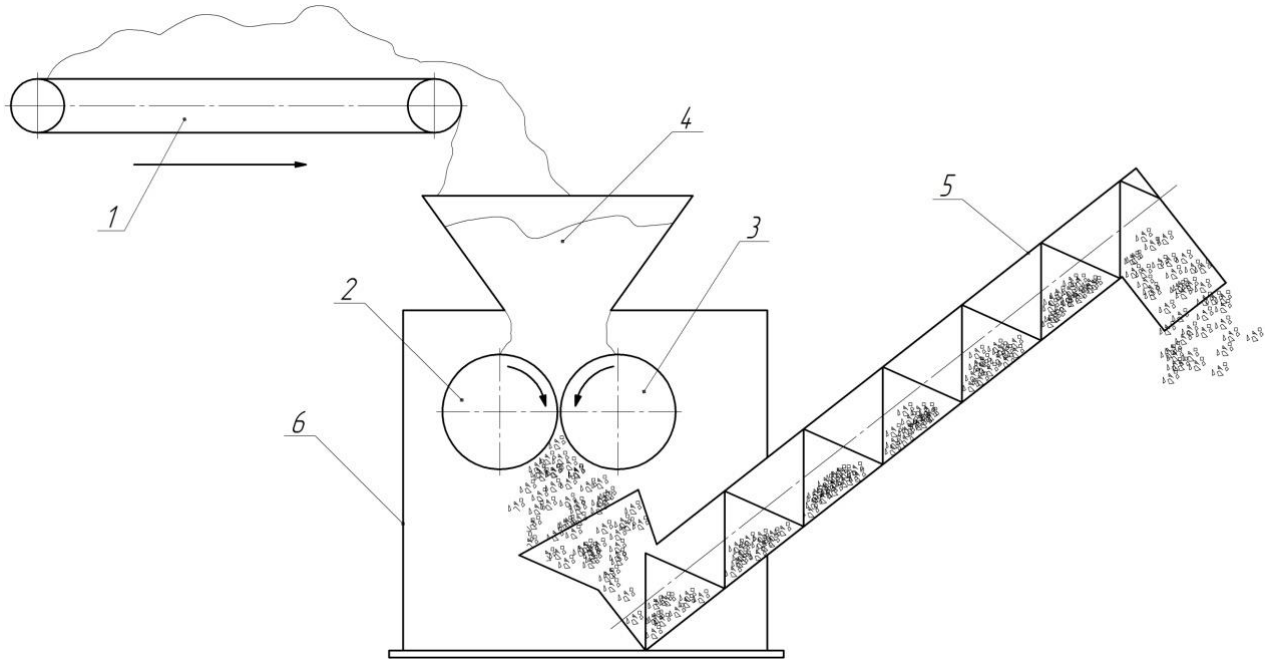


Рис. 1. Функціональна схема подрібнювача качанів кукурудзи
1 – транспортер завантажувальний, 2,3 – вальці, 4 – завантажувальний бункер, 5 – вивантажувальний транспортер, 6 – рама.

При перевірці подрібнювача змінювали зусилля стискання вальців, зазор між ними, швидкість та співвідношення швидкостей вальців, подачу качанів до подрібнювача. По результатам дослідів визначали якість подрібнення (шляхом ситового аналізу) вологість подрібненої маси та витрати потужності.

Список використаних джерел

1. Практикум по машинах і обладнанню для тваринництва / І.Г. Бойко, В.І. Грідасов, А.І. Дзюба та ін.; За ред. О.П. Скорик, О.І. Фісячекнко. – Х.: НМЦ ХНТУСГ, 2004. – 275 с.

2.Теорія та розрахунок машин для тваринництва / І.Г. Бойко, В.І. Грідасов, А.І.Дзюба та ін.; За ред. І.Г. Бойко. – Х.: НМЦ ХНТУСГ, 2002. – 216

УДК 631.34

АНАЛІЗ РОБОТИ ГНУЧКОГО ШНЕКОВОГО КОНВЕЄРА НА ПРОТРУЮВАЧІ НАСІННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

В. Б. ОНИЩЕНКО, доцент, к.т.н.,
В. С. СТУПАЧЕНКО, студент магістратури
НУБІП України
В. В. РАТУШНИЙ, с.н.с., к.т.н.,
ННЦ ІМЕСГ НААН України

Для того, щоб досягнути високих техніко-економічних показників протруювач повинен забезпечувати: безперервність процесу і транспортування насіння; відповідність параметрів робочих органів агрегату агротехнічним, екологічним і енергетичним вимогам; достатню продуктивність та не пошкоджуваність насіння; достатньо високу якість протруювання та скарифікацію насіння; малогабаритність, тобто бути компактною за умови зручності в обслуговуванні та дотримання вимог безпеки праці.

На основі проведеного патентного пошуку та аналізу гвинтових транспортерів шнекового типу, нами вибрана гнучка пластмасова конструкція конвеєра.

Особливість конвеєрів цього типу полягає в тому, що вони виготовлені з пластмаси, а цей чинник дає наступні переваги:

- по-перше, мінімальне пошкодження зародка насінини, зменшуються втрати врожаю пов‘язані з погіршенням схожості насіння (один процент пошкодженого насіння є причиною зменшення врожайності на 15-20кг/га;
- по-друге, їх поверхні легше покривати абразивним матеріалом, що позитивно впливає на скарифікацію насіння.

Внаслідок проведеної модернізації шнекового транспортера, протруювачі в процесі роботи забезпечать:

- знищення личинок шкідників та збудників хвороб на поверхні плодової оболонки насінини;

- знімання оболонки насінини, що покращить проникнення вологи і препаратів у зародок та внутрішні шари насіння, а це в свою чергу сприяє скороченню термінів проростання та отримання міцних та здорових сходів.

Використання гнучких шнекових конвеєрів також дозволить забезпечити завантаження насіннєвого матеріалу безпосередньо в зернові ящики сівалок, або кузов автомобіля.

У цьому випадку відпадає потреба використання мішків та додаткової тари, зменшується кількість обслуговуючого персоналу, що в свою чергу позитивно відіб‘ється на собівартості виробленої продукції.

Деякі із запропонованих нами до використання конструктивно-технологічного модульного шнекового конвеєра наведено на рис. 1.

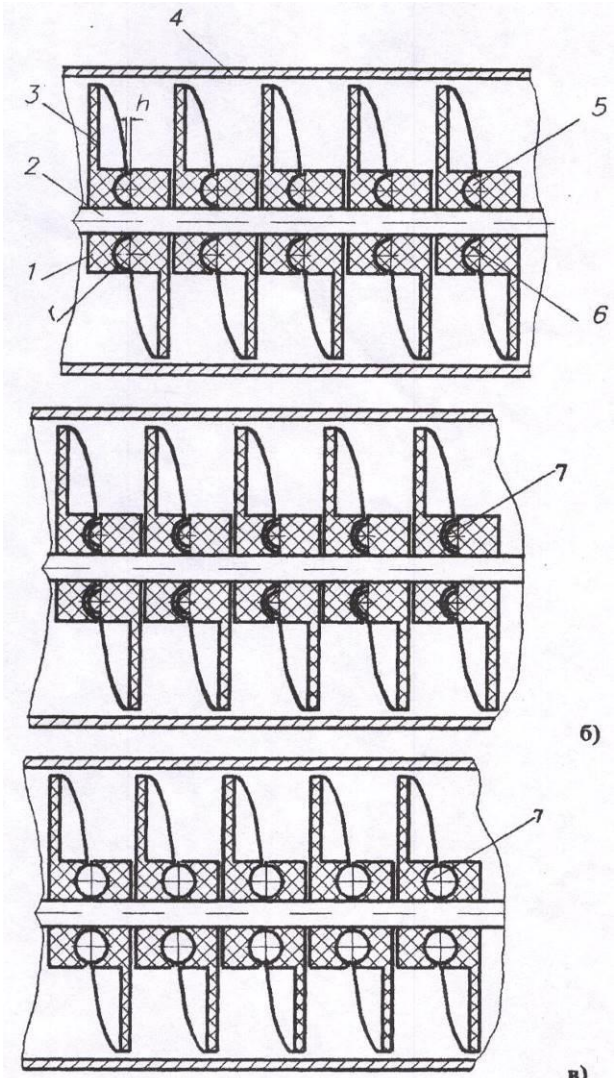


Рис.1. Робочий орган модульного гвинтового агрегату

Список використаних джерел

1. Вітровий А.О. «Результати досліджень пошкоджень зерна гнучким гвинтовим конвеєром », Зб. наук. праць НАУ. Том 6. київ, 1999р. -189с.
2. Гевко Б.М., Рогатинський Р.М. «Гвинтові подаючі механізми сільськогосподарських машин», Вища школа. Львів 1989р. -176с.

УДК 631.3: 634.51

АЛГОРИТМ ПІДБОРУ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ ПІД ЧАС ВИРОБНИЦТВА ВОЛОСЬКОГО ГОРІХА У ПРОМИСЛОВИХ НАСАДЖЕННЯХ

О. М. КРУПИЧ, кандидат технічних наук, доцент
Львівський національний аграрний університет
Р. Б. КУДРИНЕЦЬКИЙ , кандидат технічних наук, с
С. О. КРУПИЧ, науковий співробітник
Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»

Розвитком та обґрунтуванням енергетичного засобу для виконання технологічних операцій в аграрному виробництві займалися низка вчених. Обґрунтування параметрів енергетичних засобів розкрито в роботах Р. С. Шевчука, В. В. Гуськова, Г. М. Кутькова, Б. П. Кудринецького. Вони розглядали енергетичний засіб (трактор) за співвідношенням потужності та тягового зусилля на гаку для різних швидкостей руху агрегату. Запропонована методика побудови потенційної тягової характеристики трактора дозволяє окреслити діапазон (класи) тракторів за тяговим зусиллям на гаку, на основі якої розроблена їхня класифікація.

У працях Н. Є. Фере, В. І. Пастухова запропоновано підбір енергетичного засобу для виконання технологічних операцій проводити через визначення тягового зусилля трактора, що затрачається на агрегатування сільськогосподарських машин, а не з потенційної тягової характеристики.

Науково-методичні засади обґрунтування енергетичного засобу для виконання технологічних операцій під час виробництва рільничої продукції базуються на його підборі через визначення тягового зусилля, що затрачається на агрегатування сільськогоподарської машини, або його співвідношення потужності та тягового зусилля на гаку за різних швидкостей руху агрегату.

Проте запропоновані методики не враховують особливостей багаторічних насаджень, зокрема садів волоського горіха, що зумовлює потребу в розробленні нових методів та підходів до обґрунтування параметрів енергетичних засобів.

Аналіз існуючих технологій показав, що трактори, які можуть використовуватися в промислових садах волоського горіха, повинні: мати обмежені конструктивні ширину та висоту для вільного руху в міжрядді саду без пошкодження крони дерев; працювати як у симетричному агрегаті, так і з бічним зміщенням машини від повздовжньої осі трактора для обробки частини міжрядь, міжстовбурових смуг та пристовбурових кіл; обладнуватися додатковим засобом для відведення гілок; володіти універсальною гідросистемою для приводу робочих органів і допоміжного обладнання машин та додаткові системи їх навіски; забезпечувати статистичну та динамічну

стійкість у разі навішування сільськогосподарських машин; можливість передачі потужності до робочих органів сільськогосподарських машин і знарядь як у процесі руху, так і в стаціонарному режимі.

Отже, запропонований трактор повинен враховувати вимоги до виконання технологічних операцій у промислових садах волоського горіха. Для досягнення поставленої мети широкого застосування сільськогосподарського трактора як мобільного джерела енергії та еволюційного переходу від тягової до тягово-енергетичної концепції краще відображати тягове зусилля трактора на гаку та ефективної потужності трактора за двопараметричною системою класифікації.

Для обґрунтування параметрів енергетичного засобу для виконання технологічних операцій у багаторічних насадженнях волоського горіха запропоновано алгоритм (рис 1), який уможливлює врахування техніко-технологічних параметрів МТА. Він розроблений на основі інформації про наявні на світовому ринку технологій та технічні засоби виробництва волоського горіха і дозволяє провести їх системно-структурний аналіз.

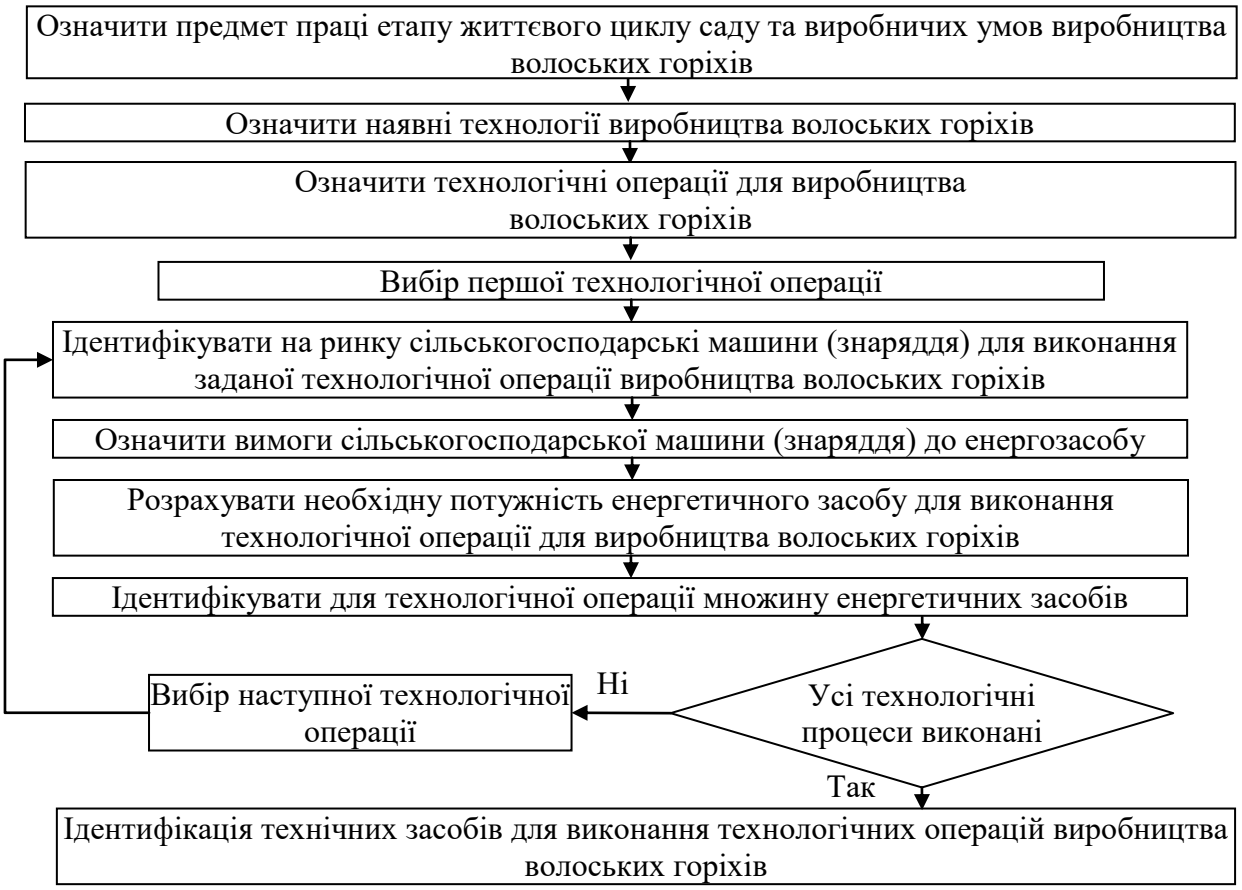


Рис. 1. Схема алгоритму обґрунтування енергетичних засобів для забезпечення виконання технологічних процесів під час виробництва волоських горіхів

Отже, даний алгоритм передбачає виконання в логічній послідовності десяти основних етапів системно-структурного аналізу наявних технологій і конструкційно-технологічного аналізу та розрахунку наявних на ринку технічних засобів виробництва волоських горіхів.

Проведено ідентифікацію наявних на ринку енергетичних засобів, машин і знарядь для виконання технологічних операцій виробництва волоських горіхів та встановлено їхні параметричні й вартісні показники. На підставі цих даних здійснено регресійний аналіз, який дав змогу встановити залежності між ціною та їхніми параметричними показниками.

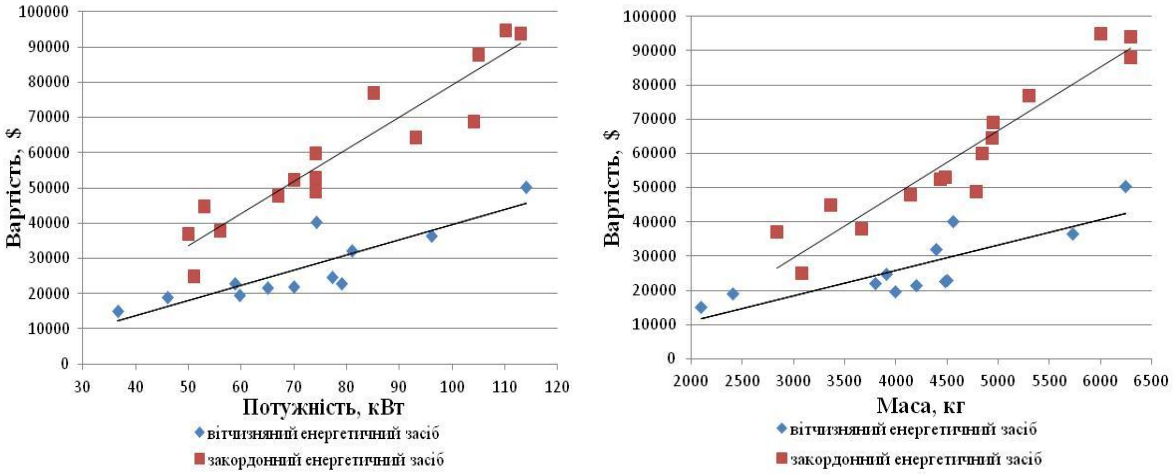


Рис.2. Залежності вартості вітчизняних і закордонних енергетичних засобів від потужності та маси

Як видно з рисунку 2, залежність між вартістю Вр та потужністю Е (1) і масою m (2) вітчизняних енергетичних засобів описується рівняннями регресії:

$$Вр = 320{,}9E - 3841;\ R^2 = 0{,}742, \quad (1)$$

$$Вр = 7{,}381m - 3702;\ R^2 = 0{,}675. \quad (2)$$

Відповідно отримано аналогічні залежності для закордонних енергетичних засобів:

$$Вр = 915E - 12252;\ R^2 = 0{,}888, \quad (3)$$

$$Вр = 18{,}621m - 26530;\ R^2 = 0{,}901. \quad (4)$$

Наявність цих залежностей дає змогу обґрунтувати раціональні (оптимальні) параметри технічного забезпечення всього технологічного процесу з різними предметно-виробничими характеристиками.

УДК 631.1

СИСТЕМНО-ЧИННИКОВИЙ ПІДХІД ДО ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ ХІМІЧНОГО ЗАХИСТУ РОСЛИН

В. І. ДНЕСЬ, кандидат технічних наук
Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»
В. І.СКІБЧИК, кандидат технічних наук
Національний університет біоресурсів і природокористування України
О. М. КРУПИЧ, кандидат технічних наук, доцент
Львівський національний аграрний університет

Дослідження ефективності технологічних систем в рільництві є досить трудомісткою та багатогранною задачею, розв'язання якої неможливе без використання системного підходу. На першому етапі цього підходу передбачається означення чинників, які впливають на ефективність та взаємозв'язків між ними, тобто розроблення системно-чинникової моделі (рис.1).

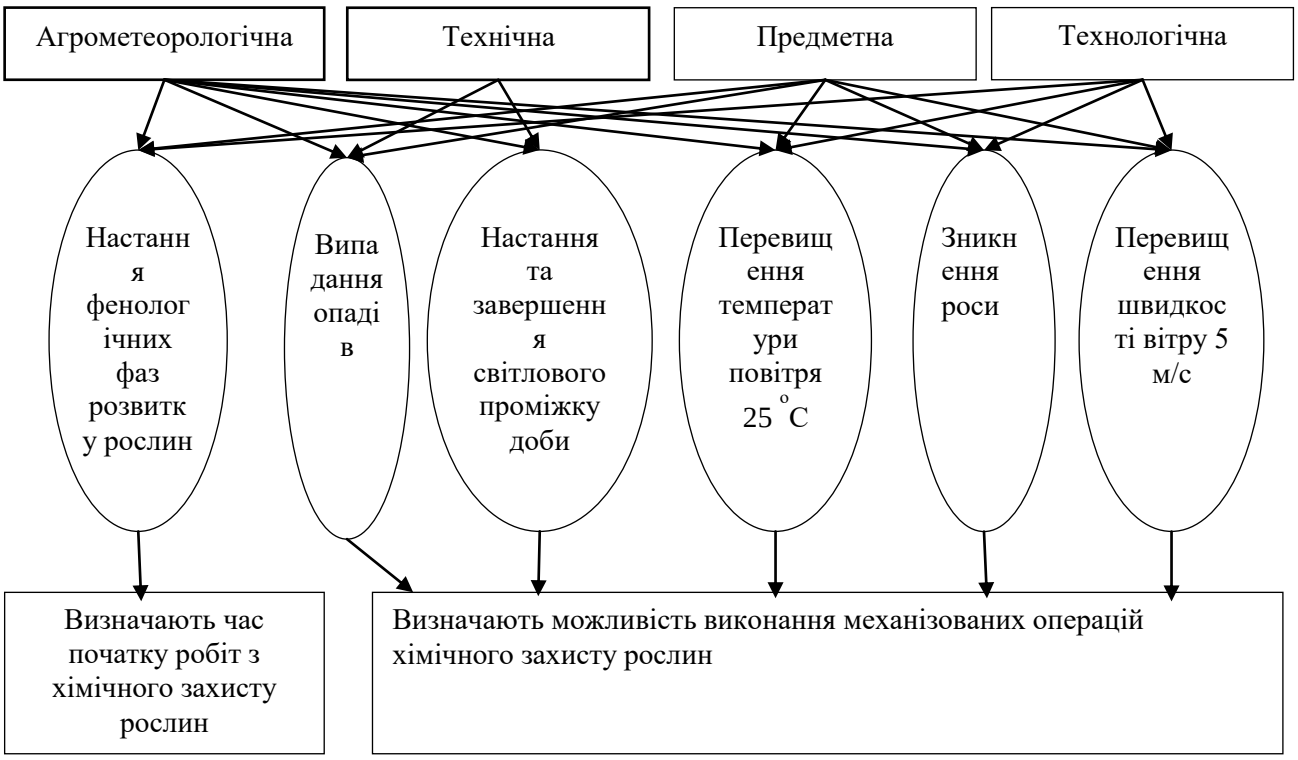


Рис. 1. Множина чинників, які впливають на ефективність технологічної системи хімічного захисту рослин

В результаті аналізу технологічної системи хімічного захисту рослин, виокремлено наступні групи чинників: агрометеорологічну, предметну, технологічну і технічну (рис. 1). А також означено характерні агрометеорологічні події, які відображають дію згаданих груп чинників:

настання фенологічних фаз розвитку рослин; випадання опадів; настання та завершення світлового проміжку доби; перевищення температури повітря 25 °С; зникнення роси; перевищення швидкості вітру 5 м/с. Виникнення цих подій формує фонд робочого часу на виконання технологічних процесів хімічного захисту рослин.

Отримані результати покладено в основу концептуальної моделі технологічної системи хімічного захисту рослин (рис. 2). Відповідно до методології системного підходу ця система, загальному вигляді, представляється у вигляді: 1) характеристик вхідних впливів (X_{TC}); 2) характеристики середовища (Z_{TC}); 3) впливу агрометеорологічних умов (V_{TC}); 4) показників функціонування (Y_{TC}). В розрізі задачі визначення витрат праці та енергії – характеристики вхідних впливів виражаються через параметри технічного оснащення процесів; характеристики середовища – культури, вид робіт (операцію), обсяг робіт, тощо; вплив агрометеорологічних умов – характерні агрометеорологічні події.

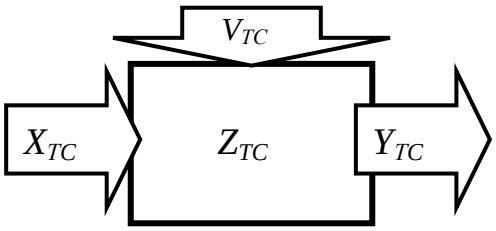


Рис. 2. Схема технологічної системи в загальному вигляді

Розроблення концептуальної моделі технологічної системи хімічного захисту рослин ранніх польових культур дає змогу об’єктивно враховувати особливості функціонування цієї системи та формування показників ефективності (Y_{TC}) від характеристик потоку вимог (X_{TC}), параметрів технічного оснащення (Z_{TC}) та впливів агрометеорологічних умов (V_{TC}). Тобто сформувати задачу синтезу:

$$Y_{TC} = f(X_{TC}, Z_{TC}, V_{TC}, T), \tag{1}$$

Враховуючи структуру технологічної системи хімічного захисту рослин, можна стверджувати, що характеристики середовища відображають параметри технічного оснащення через характеристики машинно-тракторних агрегатів (МТА):

$$Z_{TC} = \begin{Bmatrix} W_{год}, q \\ m^e, k^e_{TOP}, k^e_{ам}, E^e, n^{оп} \\ m^м, k^м_{TOP}, k^м_{ам}, E^м, n^м, n^{дп} \end{Bmatrix}, \tag{2}$$

де W – годинна продуктивність МТА, га/год;

q – питома витрата палива, кг/га;

m^e, $m^м$ – відповідно маса енергозасобу та сільськогосподарської машини, що входять до складу МТА, кг;

k^{e}_{TOP}, $k^{м}_{TOP}$ – відповідно коефіцієнти відрахувань на технічне обслуговування і ремонт енергозасобу та сільськогосподарської машини, що входять до складу МТА, %;

$k^{e}_{ам}$, $k^{м}_{ам}$ – відповідно коефіцієнти відрахувань на амортизацію енергозасобу та сільськогосподарської машини, що входять до складу МТА, %;

$n^{м}$, $n^{оп}$, $n^{дп}$ – відповідно кількість машин в агрегаті, основних і допоміжних працівників.

Також, виходячи з мети досліджень, встановлено, що показники ефективності (Y_{TC}) для технологічної хімічного захисту рослин мають вигляд:

$$Y_{TC} = \{E_c, B_{пр}, t_r\}, \quad (3)$$

де E_c – сумарна питома енергомісткість, мДж/га;

$B_{пр}$ – питомі витрати праці, люд.-год./га;

t_r – тривалість робіт, год;

Множина потоку вимог (X_{TC})– це ніщо інше як множина характеристик предмету праці, які впливають на ефективність виконання процесу:

$$X_{TC} = \{O, S, k\}, \quad (4)$$

де O – вид робіт (операція);

S – обсяг робіт, га;

k – культура;

Вплив зовнішнього середовища (V_{TC}) визначається агрометеорологічними умовами, зокрема: настання фенологічних фаз розвитку рослин, випадання опадів, настання та завершення світлового проміжку доби, перевищення температури повітря 25 ^{o}C, зникнення роси, перевищення швидкості вітру 5 м/с.

Будь-які зміни у вхідному потоці (X_{TC}), впливають на функціональні показники (Y_{TC}). Темп обслуговування вхідного потоку вимог залежить від технічного оснащення та організаційного режиму використання техніки, тобто параметрів (Z_{TC}).

Таким чином, врахування об’єктивного впливу агрометеорологічної та предметної складових є важливою передумовою адекватного відображення умов функціонування відповідної технологічної системи, а відтак об’єктивного оцінення показників її ефективності.

УДК 331.45 (075.8)

THE MAIN OCCUPATIONAL HAZARDS IN THE WORK OF CONSTRUCTION WORKERS

Y. I. MARCHYSHYNA, docent, Ph.D.
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
E-mail: marchyshyev@gmail.com

Most of the construction workers are unskilled workers; others belong to one of several professional occupations. Construction workers make up 5 to 10% of the labor force in industrialized countries.

Construction workers are exposed to a wide range of health hazards at work. The exposition differs from profession to profession, from work to work, by day, even by hour. Exposure to any one hazard is usually intermittent and short-lived, but may be repeated. An employee may not only face major hazards in their work, but may also be exposed as an outside observer. dangers posed by those working nearby or upwind. The severity of each hazard depends on the concentration and duration of exposure for that particular job. As with other jobs, the hazards to construction workers generally fall into four classes: chemical, physical, biological, and social.

Hazardous chemicals are often airborne and can manifest as dust, smoke, mist, vapors or gases; thus, exposure usually occurs by inhalation, although some hazardous airborne substances can settle and be absorbed through intact skin (pesticides and some organic solvents). Elevated mortality rates from lung cancer and respiratory diseases have been found among asbestos insulation workers, roofers, welders and some carpenters. Lead poisoning occurs among bridge rebuilding workers and painters, and heat stress (from wearing protective suits) occurs among hazardous waste cleaners and roofers. White toe (Raynaud's) occurs in some hammer operators and other workers using vibrating drills (stop drills for drifters).

Among construction workers, alcoholism and other alcohol-related illnesses are more common than expected. No specific occupational reasons have been identified, but it is possible that it is related to stress caused by a lack of control over job prospects, heavy work demands, or social isolation due to unstable working relationships.

Physical hazards are present in every construction project. These hazards include noise, heat and cold, radiation, vibration and atmospheric pressure. Construction work often has to be done in extreme heat or cold conditions, windy, rainy, snowy or foggy weather, or at night. Ionizing and non-ionizing radiation are encountered, as well as extreme atmospheric pressures.

The machines that made construction an increasingly mechanized activity also made it more and more noisy. Sources of noise are engines of all kinds (for example, on vehicles, air compressors and cranes), winches, rivet guns, nail guns, paint guns, air hammers, saws, grinders, milling machines, planers, explosives and many

others. Noise is present in demolition projects due to the demolition activity itself. It affects not only the person working with the noise canceling device, but everyone in the vicinity, and not only causes hearing loss due to noise, but also masks other sounds that are important for communication and safety.

Pneumatic hammers, many hand tools, earthmoving and other large mobile machines also subject workers to segmental and whole-body vibrations.

Heat and cold hazards arise primarily from the fact that much of the construction work is carried out under the influence of weather, the main source of heat and cold hazards. Roofers are exposed to the sun, often without protection, and often must heat tar pans, thus generating heavy radiant and convective heat loads in addition to the metabolic heat from manual labor. Heavy equipment operators can sit next to a hot engine and work in an enclosed cab with windows and no ventilation. Those working in an open, roofless cab do not have sun protection. Workers wearing protective equipment required to dispose of hazardous waste may generate metabolic heat as a result of strenuous physical labor and may be slightly relieved as they may be wearing an airtight suit. Lack of drinking water or shade also contributes to heat stress.

Sprains and strains are among the most common injuries among construction workers. These and many chronically disabling musculoskeletal disorders (tendinitis, carpal tunnel syndrome, and back pain) result from either traumatic injury, repetitive strength movements, uncomfortable postures or overexertion. Falls due to unstable support, unprotected pits and sliding off scaffolding and ladders are very common.

Biological hazards are represented by exposure to infectious microorganisms, toxic substances of biological origin, or animal attacks. Social dangers stem from the social organization of the industry.

The dangers come from the source. The most effective way to protect workers from hazards is to change the original source through some kind of engineering change. For example, a less hazardous substance can be replaced with a more hazardous one. Non-respirable synthetic glass fibers can be replaced with asbestos, and water can be replaced with organic solvents in paints. Likewise, silica-free abrasives can replace sand in abrasive blasting. Or the process could be fundamentally changed, such as replacing pneumatic hammers with impact hammers, which produce less noise and vibration. If harmful dust, particles or noise are generated when sawing or drilling, these processes can be carried out by cutting or punching. Technological improvements are reducing the risks of certain musculoskeletal and other health problems. Many of the changes are simple - for example, a two-handed screwdriver with a longer handle increases torque on the object and reduces stress on the wrists.

When engineering controls or changes in work practices do not provide adequate protection for workers, workers may need to use personal protective equipment. For such equipment to be effective, workers must be trained in its use, and the equipment must be suitable and must be inspected and maintained. In addition, if others in the vicinity are likely to be in danger, they should either be protected or prohibited from entering the area.

REFERENCES

1. Voinalovych O. V., Marchyshyna Ye. I. Occupational safety and health in agriculture. Київ: Центр учбової літератури, 2019. 425 с.

УДК 632.952:002.2

АНАЛІЗ БІОТЕХНОЛОГІЇ МІКОБІОПРЕПАРАТУ В ТЕХНОЛОГІЯХ ЗАХИСТУ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН

В. В. ТЕСЛЮК, доктор сільськогосподарських наук, професор
П. М. ГУРАШ, студент
Національний університет біоресурсів і природокористування України
М. І. ІКАЛЬЧИК, кандидат технічних наук, доцент
ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»
E-mail: vtesluk@ukr.net

Втрати продукції рослинництва від шкідливих організмів становлять 30 – 50 %, що призводить до значних економічних збитків. Збільшення виробництва рослинницької продукції вирішують шляхом розробки і впровадження комплексних заходів сільськогосподарського виробництва [1]. Захист культурних рослин від біотичних стрес-чинників, особливо хвороб, в технологічному процесі вирощування польових культур був і залишається однією із кардинальних проблем. Для забезпечення одержання якісного і стабільного урожаю рекомендується використання екологічно безпечних, високоефективних заходів захисту сільськогосподарських культур від хвороб. Тому розробка і створення новітніх біотехнологій захисту культурних рослин від хвороб є актуальним науковим і практичним напрямом.

Використовуючи широкий спектр фундаментальних методичних підходів до вирішення цієї глобальної проблеми, біологи все більше уваги приділяють генетичному потенціалу стійкості, який повною мірою не реалізується культурною рослиною в умовах дії шкідливих організмів та екологічного стресу. Аналіз технологій засвідчує, що на практиці сьогодні ширше використовують хімічні засоби, а пестициди природного походження застосовують дуже обмежено, тому що біотехнологія їх одержання і застосування носить фрагментарний характер, не формалізована і не систематизована [2].

Опрацьовані нами наукові матеріали засвідчують, що нині актуального значення набуває системний підхід у вивченні новітнього способу підвищення природної стійкості рослин до хвороб шляхом стимуляції захисних механізмів із використанням біологічно активних речовин з еліситорними властивостями. Тому пошук ефективних біотехнологій одержання і застосування препаратів

природного походження для індукування захисних механізмів рослин є актуальним у науковому і практичному аспектах [3,4].

Встановлено, що полісахариди хітин, хітозан й глюкани володіють еліситорними властивостями, беруть участь в захисті культурних рослин від хвороб шляхом вмикання генів захисту та біосинтезу антипатогенних фітоантибіотиків – фітоалексинів.

Одним із перспективних і альтернативних сировинних джерел одержання полісахаридів хітину й хітозану є вищі базидіальні гриби. Нами запропоновано біотехнологію виробництва і застосування мікобіопрепарату із трутовика справжнього, досліджено фізико-механічні властивості плодових тіл, екотоксикологічний вплив рослини і навколишнє середовище.

Отримані теоретичні і практичні результати ефективності цих полісахаридів дозволили нам розробити і апробувати біотехнологію одержання мікобіопрепаратів й запропонувати новітні препарати на основі хітину, хітозану і глюканів.

Список використаних джерел

1. Федоренко В.П. Інтегрований захист сільськогосподарських культур в Україні / В.П. Федоренко // Інтегрований захист рослин на початку XXI століття. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Інститут захисту рослин. – К. : Колобіг, 2004. – С. 3 – 28.

2. Тютерев С.Л. Научные основы индуцированной болезнеустойчивости растений / С.Л. Тютерев. – Санк Петербург: ООО «ИЦЗР» ВИЗР, 2002. – 328 с.

3. Кошевський І.І., Активація захисних механізмів овочевих культур/ І.І. Кошевський, В.В. Теслюк, Р.В. Ковбасенко, В.М. Ковбасенко // Інтегрований захист рослин на початку XXI століття. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Інститут захисту рослин. – К. : Колобіг, 2004. – С. 343 – 348.

4. Ковбасенко Р. В., Підвищення резистентності овочевих культур до хвороб / Р. В. Ковбасенко, К. П. Ковбасенко В. М. Ковбасенко, В. В. Теслюк// Агроекологічний журнал. Червень 2008.р.Інститут агроекології УААН. – С. 105 – 108.

УДК 631.36.633.521 (066)

АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНОГО РІШЕННЯ ПІДБИРАЧА - МОЛОТАРКИ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО

В. Ф. ДІДУХ, д.т.н., професор
Д. С. АЛЬБОТА, аспірант
Луцький національний технічний університет,
E-mail: didukh_v@ukr.net, kobzar_volun@ukr.net

Серед ряду ознак, які характеризують нові технічні об’єкти сільськогосподарського призначення, на визначальне місце виходить одна – випуск машини має забезпечити розв'язання певної проблеми, яку неможливо усунути відомими технічними засобами. З іншої сторони, він має бути надійним в експлуатації. Наділити технічний об’єкт властивістю надійності можна за умови чіткого визначення функцій, які він буде виконувати, враховуючи умови застосування, технічного обслуговування, зберігання та транспортування.

В силу відомих причин, вітчизняне сільськогосподарське машинобудування втратило свою конкурентоспроможність на світовому ринку. Відповідно, наукові дослідження та напрацювання виявились незатребуваними у державі. Але, як показує практика, при використанні закордонних технологій та технічного забезпечення не завжди враховуються регіональні агроекологічні умови вирощування сільськогосподарської продукції. Це потребує створення нових машин для вирішення конкретних проблем в АПВ, як правило, при вирощуванні технічних культур під конкретні виробничі умови. Наприклад, щоб провести ефективне збирання та підготовку до реалізації всього біологічного врожаю льону олійного, вирощеного в умовах Волинського Полісся, недостатньо техніки, яка використовується у типових технологіях збирання сільськогосподарських культур зернової групи.

Льон олійний одна з небагатьох сільськогосподарських культур безвідходного виробництва за умови обов’язкової оцінки якості вирощеного врожаю на етапі збирання. Така оцінка дозволяє підійти до вибору раціональної технології збирання та подальшої переробки зібраного врожаю.

Серед технічних засобів, необхідних для поповнення парку машин для льонарства, слід виділити підбирач – молотарка валків при застосування роздільної технології збирання льону олійного. Така технологія рекомендується при виробництві органічної продукції або при незадовільних погодних умовах у період збирання. Технологія передбачає зрізання льону олійного у фазі ранньої стиглості за допомогою роторної косарки. В результаті чого утворюються валки із стебел довжиною 30-40 см(рис.1,а). Після визрівання коробочок валки підбирають зернозбиральним комбайном, відділяють насіння, а стеблову частину врожаю подрібнюють(рис.1,б). Наявність волокна у стеблах,

яке тривалий час не розкладається у ґрунті, наносить шкоди його родючості. Інший шлях утилізації стебел – спалювання валків - ще більш шкідливий.

а) б)

Рис. 1. Збирання льону олійного за роздільною технологією

Спроби зберегти волокно були. Але досягти економічного ефекту не вдалося через відсутність спеціальної машини для збереження стеблово - волокнистої маси, яка залишається у процесі обмолоту стеблостою та втрати якості волокна під впливом умов навколишнього середовища.

Наділити майбутню машину властивістю надійності можливо за умови, якщо від ідей до випуску, чітко дотримуватись рекомендацій із використанням сучасних інноваційних технології її проектування і виробництва. Одним з основних етапів створення надійної машини розробка структурної схеми.

Інноваційні технології проектування нових машин передбачають блочну систему її проектування. Тоді, безумовно, надійність нової машини залежатиме від надійності кожного блоку і кожної деталі, з яких складаються блоки. Варто також відмітити закладення у нову машину властивість уніфікації блоків. Це спрощує виготовлення виробу та надає ширші можливості в її експлуатації та обслуговувані.

Аналіз технологічного процесу збирання льону олійного за роздільної безвідходної технології[1] дозволив визначити складові елементи підбирача - молотарки (рис.2) і захистити їх Патентом України на корисну модель[2].

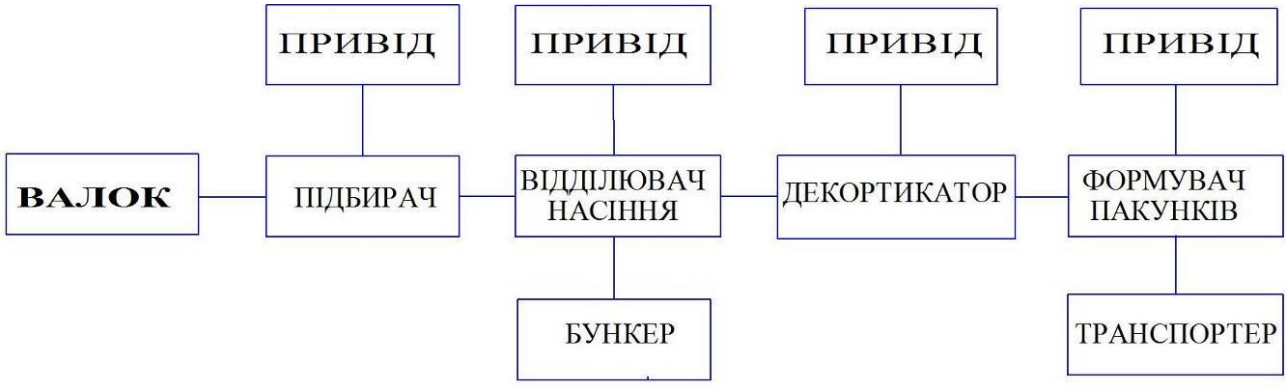


Рис. 2. Структурна схема підбирача – молотарки валків льону олійного

Серед означених складових елементів варто виділити чотири приводи. З врахуванням того, що лінійна швидкість руху стеблової маси під дією робочих поверхонь всіх чотирьох вузлів має бути рівною лінійній швидкості машини у напрямку підбирання валка, для забезпечення нерозривності потоку, то вказані приводи можуть бути або уніфікованими, або виготовленими як єдине ціле. Таким чином, у машині закладається її надійність відповідно до п. 2 і 3.

Ще одними вузлами, через які закладається перспективність надійності підбирача – молотарки, є його визначальні вузли: відділювач насіння і декортикатор, який призначений для зниження пружних властивостей стебел льону олійного. Такі дії необхідні для прискорення процесів визрівання волокна і формування пакунків відповідно до замовлення.

Конструктивні рішення щодо розробки інших вузлів мають відповідати загальним напрямкам підвищення надійності сільськогосподарської техніки.

1. Обґрунтованому вибору матеріалів деталей та широкому використанню методів їх зміцнення.

2. При створенні структурних схем машин використовувати мінімальну кількість складових елементів за високої надійності кожного елемента.

3. Широко застосовувати уніфікацію і стандартизовані елементи.

4. Забезпечити максимальну автоматизацію контролю виконання технологічних процесів для запобігання виникнення аварійних ситуацій.

5. Паралельно має вестись розробка системи технічних оглядів та обслуговування конструкцій машини.

6. Застосовувати принцип резервування - введення у конструкцію додаткових елементів, що не є вкрай потрібними, але дублюють роботу найважливіших робочих елементів машини.

З точки зору перспективності використання, підбирач – молотарка є конкурентним зернозбиральному комбайну через цілий ряд екологічних і економічних чинників, що є важливим для сьогодення.

Список використаних джерел

1. Дідух В.Ф., Онюх Ю.М., Ягелюк С.В. Спосіб отримання однотипного волокнистого матеріалу. Патент на корисну модель № 123407 A01D45/06(2006.01), D01C 1/00, опубл. 26.02.18р., бюл. № 4.

2. Дідух В.Ф. Буснюк В.В. Бойчук Б.В. Ягелюк С.В. Машина для формування паливних рулонів. Патент на корисну модель № 135725 A01D43/04, A01D45/06 (2006.01) A01F15/07, опубл. 10.07.2019р., бюл.№13.

УДК 631. 372

КОНЦЕПЦІЯ РОЗВИТКУ ТРАКТОРІВ З ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ

В. А. БОДАК, студент,
В. І. АЧКЕВИЧ к.т.н., ст. викл.
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: achkevychv@gmail.com

У сільському господарстві основну частину собівартості продукції становлять витрати на паливо та паливно-мастильні матеріали, які постійно дорожчають. Обслуговування ДВЗ вимагає постійної заміни технічних рідин і мастильних матеріалів з наступною їх утилізацією. Крім того, експлуатація техніки із двигунами внутрішнього згоряння викликає багато питань у зв'язку з викидами парникових газів.

Сучасні тенденції розвитку та застосування електропривода не обійшли стороною й агропромисловий комплекс. Провідними виробниками тракторів вже випускаються дослідні зразки техніки з електроприводом.

На відміну від трактора з ДВЗ електротрактор практично не видає шуму. Також, трактор на електротязі простіше ремонтувати, тому що в ній менше деталей. Переваги електротрактора ґрунтуються не тільки на винятковій ефективності, але й на можливості його використання в господарстві, що має виробництво відновлюваних джерел енергії. Акумулятор з великою ємністю дозволяє підтримувати автономність сільського господарства (служити резервним джерелом живлення).

Але основне призначення трактора - це виконання важкої роботи: оранка, дискування, сівба, які пов’язані з витратою енергії. Тому виробники тракторів не знаходять рішення для ефективного використання електротрактора великої потужності. Основною вимогою ефективної роботи є те що, повний заряд батареї повинен забезпечувати роботу протягом близько 4-5 годин у нормальних умовах експлуатації або запас ходу близько 55-60 км. Час його зарядки повинний становити не більше 3 год. Основним сектором використання тракторів з електроприводом залишаються теплиці, сади та малі домашні господарства, які працюють не більше 4 год.

На даний час невирішеним залишається питання ефективного використання спожитої електроенергії з мережі до витраченої енергії при виконанні певних видів робіт. Метою нашої наукової роботи є дослідження переобладнання трактора з бензиновим приводом в електричний привід. Аналізом стане порівняння техніко економічних показників використання обох приводів.

УДК 631.356.42

АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ СФЕРИЧНОГО КОПАЧА ВОРОХУ КОРЕНЕПЛОДІВ

В. М. БАРАНОВСЬКИЙ, доктор технічних наук, професор
Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя
В. В. ТЕСЛЮК, доктор сільськогосподарських наук, професор,
О. О. ХОМЕНКО, студент магістратури
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: vtesluk@ukr.net

Аналіз літературних джерел показав, що дискові викопувальні робочі органи, порівняно з лемішними або вилковими, мають більш високу здатність до подрібнення грунту, краще очищують коренеплоди від землі, не забиваються при роботі Отримані теоретичні залежності [1].

Проведений аналіз роботи відомих конструкцій викопувальних робочих органів показав, що всі вони значно пошкоджують великорозмірні коренеплоди, мають значні втрати дрібних коренеплодів. Крім того, у даних типах копачів конструктивно та технологічно якісно неможливо поєднати при збиранні одночасно дві технологічні операції – викопування коренеплодів із одночасним видаленням залишків гички на їх головках [2].

Шляхом надання коренеплодам знакоперемінного вертикального осилюючого руху Н.Є Влас запропонувала виконувати шнекові очисні вали ексцентричними та еліпсними [4] відповідно.

Мета роботи – підвищення показників якості викопування кормових буряків шляхом вдосконалення конструкції та обґрунтування раціональних конструктивно-кінематичних параметрів комбінованого викопуючого робочого органу.

Пошук, проведений нами на основі аналізу функціонування конструктивних схем викопувальних робочих органів, дозволив розробити конструктивно-компонувальну схему копача (рис. 1), застосування якого дозволить поєднати дві розбіжні операції збирання кормових буряків – очищення залишків гички з головок і викопування коренеплодів у одну технологічну операцію викопування коренеплодів з одночасним видаленням залишків гички на їх головках, при збереженні задовільних показників якості роботи коренезбиральної машини.

Удосконалений викопувальний робочий орган для викопування кормових буряків складається із встановленого під кутом атаки до рядка коренеплодів односторонній сферичного диска, який вільно посаджений на своїй осі обертання. У передній зоні робочої кромки диска встановлено корененапрамляч, а над ним, перпендикулярно направленню робочої швидкості руху копача (машини), встановлено горизонтальний приводний вал, на якому радіально закріплено фланці, які утворюють барабан. Приводний вал

обертається із кутовою швидкістю. Між фланцями барабана по його колу встановлено послідовно паралельні осі, які повернуті відносно осі вала під гострим кутом. На осях шарнірно закріплені еластичні очисні лопаті, які утворюють бітер. Вісь, яка займає на барабані крайнє нижнє положення, утворює з площиною, яка проходить через лезо сферичного диска кут, рівний або близький 90^0. Привод вала виконаний таким чином, що напрямок обертання барабана співпадає з направленням руху пристрою або обертання диска.

Технологічний процес роботи комбінованого викопувального робочого органу наступний.

Під час руху копача, кореннапрамляч зміщує вибиті із рядка коренеплоди до його центру, а односторонній сферичний диск викопує коренеплоди. Одночасно з викопуванням коренеплодів, за рахунок обертання очисного вала, еластичні очисні лопаті, взаємодіють з головками коренеплодів і грудками грунту, при цьому відбувається очищування головок від залишків гички та руйнування грудок грунту. Крім того, бітер проштовхує ворох на наступні технологічні системи коренезбиральної машини.

Таким чином, можна констатувати, що за рахунок встановлення приводного вала з очисними лопатями відбувається одночасно з викопуванням коренеплодів відокремлення залишків гички за рахунок контактної взаємодії очисних лопатей з головкою коренеплодів, а за рахунок встановлення в передній частині робочої кромки диска кореннапрамляча усуваються втрати і пошкодження вибитих із рядків коренеплодів.

Висновки: До перспективних напрямків розвитку бурякозбиральних машин і технологій для кормових буряків слід віднести двостадійне видалення гички з використанням малогабаритного, низької матеріаломісткості ОГК бильного типу та викопування коренеплодів дисковим копачем.

Список використаних джерел

1. Гевко Р.Б. Викопувально-очисні пристрої бурякозбиральних машин. Конструювання і розрахунок. - Тернопіль: Поліграфіст,1997.- 120 с.

2. Гурченко О.П., Завгородній А.Ф., Барановський В.М. Чим збирати гичку кормових буряків?// Механізація сільського господарства, №8, К.: 1987.- с.24-25.

3. Паньків М.Р. Обґрунтування конструктивно-технологічних парамет- рів гвинтово-еліпсного очисника коренезбиральних машин: дис... кандидата техн. наук : 05.05.11 / Паньків Марія Романівна. – Тернопіль, 2003. – 160 с.

УДК 630.33.30

ОБГРУНТУВАННЯ АГРЕГАТУ ДЛЯ ОБРОБІТКУ ЗАХИСНИХ ЗОН ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

В. В. ТЕСЛЮК, доктор сільськогосподарських наук, професор,
Д. О. КОЛОДЯЖНИЙ, 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

Відомо, що найбільш відповідальною операцією вирощування цукрових буряків є знищення бур'янів в міжряддях при застосуванні просапних культиваторів. Завдання полягає в досягненні мінімальної захисної зони обробки рядків. Дане завдання обумовлено зростаючим дефіцитом трудових і матеріальних ресурсів, збільшенням вимог екологічних обмежень. Тому зниження затрат праці на вирощування цукрових буряків повинно йти шляхом удосконалення технологічного процесу догляду за рослинами, розробки робочих органів і конструкцій машин для його виконання [1].

Як показали пошукові дослідження одним із шляхів вирішення даного науково-практичного завдання є обладнання просапаних культиваторів є самонаведення з допомогою орієнтаторів-направників по щілинам.

ІЦБ спільно з іншими науково-дослідницькими закладами відпрацьовувався технологічний процес обробітку ґрунту в міжряддях просапними культиваторами обладнаними механічними орієнтаторами водіння. Суть технологічного процесу полягає в двох операціях: утворення направляючих щілин при сівбі і орієнтуванні по них культиваторів з допомогою спеціальних коліс [2].

Нарізання щілин здійснюється двома ножами, які встановлюються на брус сівалки. Характерною особливістю утворення щілин при посівах цукрових буряків є те, що вони нарізуються в орному шарі на глибину до 200 мм в двох міжряддях [3].

Вирішення питання зменшення захисної зони при обробітку ґрунту в міжряддях просапних культур мобільними агрегатами, у першу чергу залежить від точності копіювання умовної осьової лінії рядка.

Для забезпечення копіювання щілин, утворених у ґрунті при сівбі, запропоновано установлення двох орієнтаторів по центрі третього й дев'ятого міжряддя конструкції на раму культиватора. Конструкція культиватора передбачає регулювання відстані установки орієнтатора відносно розпушувальних робочих органів.

Змінні параметри: поступальна швидкість, частота обертання фрез барабана, інтенсивність зміни кривизни рядків, величина установчої захисної зони.

Точність копіювання просапними культиваторами базисної траєкторії оцінювалися середньоквадратичним відхиленням крайки копіра від середини напрямної щілини і відхиленням розпушуючих робочих органів від умовної осьової лінії рядка.

Застосовувані в даний час просапні агрегати на догляді за посівами цукрових буряків в початковий період вегетації обробляють не більше 65 % площі міжрядь. Розроблено технологічний процес обробітку захисних зон рядків робочими органами культиватора, з використанням механічного орієнтування по напрямних щілинах, що забезпечують розпушування ґрунту на мінімально безпечній відстані (60...80 мм) до рослини, що дозволяє в цілому довести обробіток ґрунту міжрядь до 75...80 % і знищити 60...75 % бур'янів. Впровадження розробленого технологічного процесу обробітку захисних зон рядків культиватором обладнаним механічним орієнтатором, за результатами виробничої перевірки, дозволило знизити затрати ручної праці на вирощування цукрових буряків в порівнянні із застосуванням культиватора без орієнтатора на 24 %.

Список використаних джерел

1. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини: підручник / Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. — К.: Агроосвіта, 2015. – 679 с.

2. Козаченко О.В. Проблеми ресурсозбереження у сільськогосподарських агрегатах: Наукове видання. – Харків.: Торнадо, 2008. – 272 с.

3. Заїка П.М., Теорія сільськогосподарських машин. Т. 1 (ч.1). Машини та знаряддя для обробітку ґрунту. – Харків.: Око, 2001. – 444 с.

4. Слинько О.П., Дубровін В.О., Прасолов Є.Я. Браженко С.А. Вдосконалення конструкції просапних культиваторів // Міжнародна науково-практична конференція «Технічний прогрес в АПК». – Харків.: Вісник Харківського національного технічного університета сільського господарства ім. П.Василенка, Випуск 75, том 1. – Харків.:2008, – с. 147-152.

УДК 631.331 : 005.642.6

ОБГРУНТУВАННЯ ПНЕВМАТИЧНОЇ СІВАЛКИ ДЛЯ ВИСІВУ ЗЕРНОВИХ

О. М. ВЕЧЕРА, старший викладач
В. В. ТЕСЛЮК, доктор сільськогосподарських наук, професор,
Б. Р. ЛІМАНОВСЬКИЙ, студент магістратури
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: vtesluk@ukr.net

Найважливішим завданням є підвищення врожайності та покращення якості зерна при застосуванні інтенсивних технологій їх виробництва. Одним з основних шляхів розв'язання цього завдання є вдосконалення існуючих способів сівби та технічних засобів для їх здійснення з заміною рядкового способу висіву на точний, що дасть можливість в 1,5...2,0 рази знизити норму висіву, створити оптимальні умови для проростання насіння і розвитку рослин, та за рахунок цього підвищити врожайність зернових колосових культур на 10... 15%. До цього часу застосування точного висіву не отримало задовільного вирішення, оскільки існуючі висівні апарати і їх технологічні процеси є недосконалими і вимагають подальших досліджень.

У зв'язку з цим актуальною проблемою є обгрунтування технологічного процесу однозернового висіву та параметрів пневматичного висівного апарата для його реалізації. [1].

Дослідженнями багатьох вчених [2] встановлено, що між величиною врожаю зерна і накопиченням сухої речовини є пряма залежність. На продуктивність фотосинтезу помітно впливає рівномірність розподілу рослин по площі поля, так як в залежності від їх розміщення ступінь освітленності рослин і поглинання сонячної енергії істотно змінюються. Результати досліджень [3] показують, що посіви з рівномірним розміщенням рослин по площі поля за рахунок підвищення оптичної щільності листкової поверхні значно більше поглинають сонячної енергії, ніж при вузькорядній сівбі.

Одними з перспективних для висіву насіння зернових колосових культур можна розглядати пневматичні висівні апарати барабанного типу, в яких забір насіння здійснюється за рахунок присмоктуючої сили, що виникає в результаті розрідження у пневмосистемі.

Насіння самопливом поступає з бункера, під конусну частину висівного елемента, де під час його обертання захоплюється комірками і під дією вакууму, що створений всередині висівного елемента, присмоктується до комірки і виноситься в зону висіву.

В момент проходження комірок, з насінням через зону висіву, пластини перекривають присмоктуючі канали, внаслідок чого вакуум з комірки зникає і насіння під дією сили тяжіння відривається від них і випадає в насіннєвловлювачі, звідки по насіннєпроводу транспортується до сошників.

Після виходу комірок з зони дії висіваючих пластин під дією вакууму до комірок знову присмоктується насіння. Вакуум всередині висівного елемента створюється шляхом відсмоктування повітря через патрубок за допомогою ежектора або вентилятора.

Застосування пневматичного висівного апарата з новою конструкцією висівного елемента забезпечує якісний однозернинний відбір насіння і стовідсоткове розвантаження комірок, що підвищує надійність роботи висівного апарата і якість однозернинного точного висіву, за рахунок чого здійснюється рівномірне розміщення насіння по площі поля і тим самим створюються оптимальні умови для проростання насіння та життєдіяльності рослин і, відповідно, підвищення врожайності.

Досліджуючи вплив форми комірок на рівномірність висіву насіння, розглядали два види сферичних комірок, які проектуються на поверхні висівного елемента у вигляді еліпса і круга. При цьому еліпсоподібну комірку розміщали поздовжньою і поперечною віссю паралельно до напрямку руху висівного елемента.

На основі проведених експериментальних досліджень можна зробити висновок, що при проектуванні висівного апарата для його надійної роботи необхідно враховувати траєкторію переміщення насіння в зерновому шарі і комірки розміщувати на поверхні висівного елемента поздовжньою віссю в напрямку його обертання, що забезпечує найвищу рівномірність висіву насіння. При цьому 100% заповнення комірок забезпечується на всіх режимах роботи висівного елемента і тільки після збільшення частоти його обертання більше 5рад/с збільшується кількість незаповнених комірок.

Список використаних джерел:

1. Решетило О.М. Методика оцінки рівномірності розміщення рослин зернових колосових культур по площі поля // Наукові нотатки. Вип. 8. – Луцьк, 2001. – С. 202-207.

2. Бойко А.У., Свірень М.О., Шмант С.У., Нажнов М.М. Нові конструкції грунтообробних та посівних

машин.: К. Тежніка 2003.,204с.

3. Гевко Б.М. Чвартацький І.І. До питання розрахунку апарата точного висіву насіння з гасником горизонтальної швидкості. Науковий вісник Тернопільського Державного Технічного університету імені Івана Пулюя. Тернопіль 2006, №/с52-56.

УДК 631.362.3

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ КАНАЛУ ПНЕВМОСЕПАРАТОРА

С. П. СТЕПАНЕНКО, кандидат технічних наук., с.н.с.,
Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»
ORCID iD 0000-0002-8331-4632;
E-mail: Stepanenko_s@ukr.net

У пневмосистемах зерноочисних машин компоненти зернового матеріалу, що виносяться повітряним потоком в осадову камеру [1-3], проходять через криволінійний канал. За даних умов ефективність роботи машини в певній мірі залежить від відсутності відкладення на внутрішній стінці його криволінійного каналу частинок легких домішок. У той же час теоретичне вивчення явищ, що відбуваються в криволінійних каналах, є досить складним внаслідок значної частки випадковості їх проявів (взаємо зіткнень частинок між собою і зі стінками каналу, турбулентність повітряного потоку і т.п. [4]).

Враховуючи ці обставини, розглянемо в інерційній полярній системі рух частинки по поверхні внутрішньої стінки криволінійного каналу пневмосепаратора, з метою виявлення межі найбільш ймовірного накопичення легких домішок і конструкційного його виконання (рис. 1).

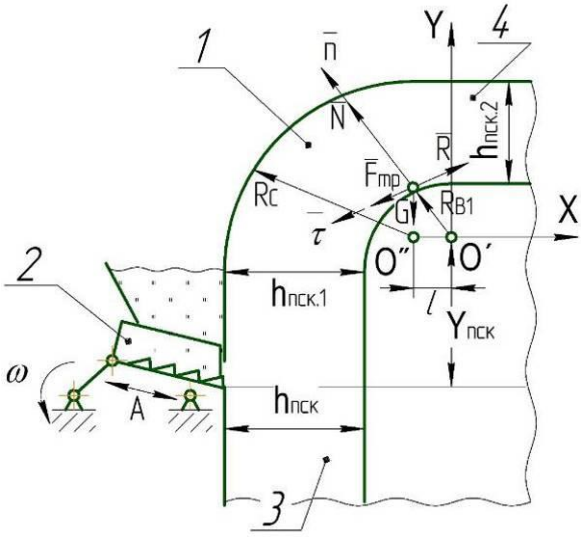


Рис. 1. Схема дії сил на частку, що рухається по поверхні внутрішньої стінки криволінійного каналу пневмосепаратора: 1, 4 – пневмотранспортуючий (криволінійний канал) і 3 пневмосепаруючий канали;
2 - віброживильник;

Розглянемо рух частинки в криволінійному каналі, виконаному у вигляді конфузора. При цьому рівняння (1) в полярній системі координат можна представити у наступному вигляді:

$$mR_{B1}\left(\frac{d\psi}{dt}\right)^2 = mR_{B1}\omega_{\text{ст}}^2 = mg\sin\psi - N$$

$$mR_{B1}\frac{d^2\psi}{dt^2} = mR_{B1}\frac{d\omega_{\text{чст}}}{dt} = R - mg\cos\psi - F_{\text{ТР}}$$

Тоді, підставивши праву частину рівняння у вираз, і провівши деякі перетворення, отримаємо наступну залежність:

$$\frac{d\omega_{\text{чст}}}{d\psi} = \frac{1}{\omega_{\text{чст}}}\left[\frac{gR_{B1}}{\vartheta_{\text{віт}}^2}\left(\omega_{\text{чст}} - \frac{\vartheta_{\text{П}}}{R_{B1}}\right)^2 + \omega_{\text{чст}}^2 tg\xi_{\text{ТР}} - \frac{g\cos(\psi-\xi_{\text{ТР}})}{R_{B1}\cos\xi_{\text{ТР}}}\right]$$

Отримане рівняння описує зміну кутової швидкості $\omega_{\text{чст}}$ частинки при русі її по поверхні внутрішньої стінки криволінійного каналу в залежності від кута ψ її повороту. З даної формули видно, що на величину кутової швидкості $\omega_{\text{чст}}$ частки істотний вплив чинитиме значення швидкості $\vartheta_{\text{П}}$ повітряного потоку в розглянутому каналі і радіус R_{B1}.

Відрив частки від поверхні внутрішньої стінки криволінійного каналу відбувається при досягненні нею кутової швидкості:

$$\omega_{\text{чст}} \geq \sqrt{\frac{g\sin\psi}{R_{B1}}}$$

Частинки зі швидкістю $\vartheta_{\text{віт.}}$ вітання 6,5 - 6,8 м/с, що виносяться повітряним потоком з каналу, безвідривно рухаються по поверхні внутрішньої стінки криволінійного каналу і далі по ній надходять в жалюзійний повітроочищувач. Відрив від поверхні внутрішньої стінки каналу менш важких частинок зі швидкістю $\vartheta_{\text{віт.}}$ вітання 6,0 - 6,2 м/с відбувається при кутах $\psi = 60° - 77°$. Тому доцільно прийняти вихідний перетин криволінійного каналу глибиною $h_{\text{ПСК2}} = 0{,}125$ м ($R_{B1} = 0{,}33$ м), при якому буде забезпечуватися необхідний технологічний процес фракціонування.

Таким чином, теоретичні дослідження, спрямовані на забезпечення ефективності технологічного процесу пневмосепарації, дозволили визначити основні параметри конструкційного виконання криволінійного каналу 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 вентилювання, 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 // *TEKA. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering*. Lublin-Rzeszow. 2018. Vol. 18. No 2. p. 69-74.

УДК 631.331.922

ОБГРУНТУВАННЯ ПРОТРУЮВАЧА НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

О. М. ВЕЧЕРА, старший викладач
В. В. ТЕСЛЮК, доктор сільськогосподарських наук, професор,
В. О. РАДЬ, студент магістратури
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: vtesluk@ukr.net

Протруювання проводиться з метою захисту насіння і її паростків від різноманітних збудників, а також воно забезпечує стимуляцію росту рослин і при обробці спеціальними інсектицидами їх захист від шкідників і смоктунів [1]. Застосування цих операцій забезпечує зниження втрат врожаю сільськогосподарських культур і допомагає запобігти зниженню якості отриманої продукції. За рахунок скорочення втрат врожайність зернових культур підвищується на 15-20%.

Самохідні протруювачі насіння економічно вигідніші як менш матеріалоємні. В них менша пошкоджуваність зерна, ніж у стаціонарних протруювачів через відсутність операції з транспортування. У барабанних протруювачів нанесення препарату на поверхню насіння відбувається в процесі їх взаємодії в гравітаційному барабанному змішувачі (наприклад, ПЗ-10 «Колос»). У камерних протруювачів препарат на поверхню насіння наноситься в процесі їх направленого падіння в потоці розпорошеної суспензії. Машини для протруювання насіння камерного типа — Mobitox SUPER, ПСК-10, ПСК-15, ПК-20 «Супер», ПЗМ-10 та інші (О.М. Вечера, 2010).

До сучасніших машин належать СТ50, СТ 100, СТ 200 (фірма «Петкус»), СС 50 («Кімбрія»). У них поєднано точне зважування насіннєвого матеріалу, нормативне дозування хімічного препарату, однорідність його розподілу на поверхні насіння, що забезпечує якість протруєння не менше 94 відсотків [2].

По конструкції і принципах дії основного робочого органу протруювачі розділяють на наступні типи: барабанні, шнекові, камерні, комбіновані, лоткові, транспортерні, роликові і вальцеві. При чому перші чотири типи робочих органів використовуються в основному для обробітку насіння зернових,

зернобобових і технічних культур, а інші для протруювання насіннєвої картоплі.

Протруювачі барабанного типу здійснюють нанесення препаратів на насіння шляхом їх змішування в барабані сухим, вологим і комбінованим способом. Такі робочі органи дуже прості за конструкцією, що забезпечило їм широке використання на протруювачах, що випускалися у 20-60-х рр. [3].

Однак багаторічні дослідження, проведені різними науковими установами, показали, що барабанні робочі органи не здатні забезпечувати високу якість обробки зерна, так як не всі зерна в барабані мають можливість контактувати з препаратом. Крім того, вони мають низьку продуктивність, високу питому металоємність і не відповідають санітарно-гігієнічним умовам праці виробничого персоналу.

Протруювачі камерного типу мають найбільш сучасні робочі органи. Принцип їх дії оснований на взаємодії потоку насінин з частинками препарату. Таке рішення дає можливість кожній окремій зернині контактувати з потоком препарату і тим самим, створює умови для досягнення високої якості протруювання.

Камерні робочі органи можуть обробляти насіння сухим, зволоженим і комбінованим способом. Крім високих якісних показників вони здатні забезпечувати високу продуктивність процесу обробітку зерна, мають низьку питому метало та енергоємність. Герметичні камери сприяють створенню сприятливих санітарно-гігієнічних умов праці.

Протруювач ПСШ-5 [3] призначений для передпосівного обробітку невеликих партій насіння зернових, зернобобових і технічних культур водними суспензіями. Протруювач обладнаний шнеком, резервуаром, діафрагмовим насосом-дозатором, розподільником, очисно-аспіраційною системою, механізмом самокерування, електроприводами і пультом керування.

Шнек складається з двох частин: забірної і транспортувально-змішувальної. До кожуха забірної частини шнека приєднаний шнековий підбирач насіння. У передній частині кожуха транспортувального шнека знаходиться бункер, розділений перегородкою на дві камери: накопичувальну А і протруювальну Б в якій установлений дисковий розпилювач. Перетинаючи факел розпиленої суспензії, насіння покриваються нею і падає в кожух шнека камери протруювання.

На основі проведеного патентного пошуку та аналізу гвинтових транспортерів шнекового типу, нами вибрана конструкція гнучкого гвинтового конвеєра.

Особливість конвеєрів цього типу полягає в тому, що вони виготовлені з пластмаси, а цей чинник дає наступні переваги:

- по-перше, мінімальне пошкодження зародка насінини, зменшуються втрати врожаю пов‘язані з погіршенням схожості насіння (один процент пошкодженого насіння є причиною зменшення врожайності на 15-20кг/га;

- по-друге, їх поверхні легше покривати абразивним матеріалом, що позитивно впливає на скарифікацію насіння.

Використання гнучких шнекових конвеєрів також дозволить забезпечити завантаження насіннєвого матеріалу безпосередньо в зернові ящики сівалок, або кузов автомобіля.

Список використаних джерел

1. Тимошенко С.П. Обгрунтування, розробка і дослідження універсального процессу нанесення захисних препаратів на насіння сільськогосподарських культур / С.П. Тимошенко, В.В. Ратушний, І.В. Стибель, Д.М. Мазур // Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха, 2002. – Вип. 86. – С. 114–121.
2. Гошко З.О. Цимбалюк В.О. «Вплив передпосівного обробітку насіння на його схожість », Вісник ЛДАУ №4, Львів, 1999р. -140с.
3. Резников Л.А., Ещенко В.Т. «Основы проектирования и расчет с.-х. машин», М.: Агропромиздат 1991г. -542с.

УДК 633.63: 631.5

ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОРІДЖУВАЧА ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

В. В. ТЕСЛЮК, доктор сільськогосподарських наук, професор,
Є. В. КЕРЕЧЕНКО, 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

Підвищення технологічної та економічної ефективності використання проріджувачів шляхом розробки та обґрунтування їх параметрів є актуальною народногосподарською задачею [1]. Правильне застосування механізмів на формуванні густини посівів дозволяє скоротити затрати праці на цій операції до 20…30 люд. год./га. Після проріджування фактична кількість рослин в рядку на 1 м не повинна відхилятися від заданої більш ніж на 3, кількість букетів з числом рослин, що перевищує розрахункове, повинна бути не більше 25 %, засипаних рослин – не більше 10 %.

На бурякових полях, чистих від бур’янів, густину насаджень формують за допомогою вздовжрядкових проріджувачів. Необхідну густину насаджень одержують відповідною розстановкою ножів.

Механічні знаряддя і машини не забезпечують рівномірного розміщення рослин у рядку, а інколи й знижують густоту посівів, що негативно позначається на урожайності [3].

Автоматичні проріджувачі моделюють на формуванні густоти посівів ручну працю, видаляючи рослини тільки на загущених ділянках рядка, за рахунок чого покращується рівномірність розміщення рослин вздовж рядка на 8–20 % і досягається необхідна густота посівів без затрат ручної праці та істотного зниження врожаю. Найбільш простими і надійними в експлуатації є автоматичні проріджувачі ПСА-2,7 та ПСА-5,4, призначені для формування заданої густини рослин цукрового буряка без затрат ручної праці [4].

Основними складальними одиницями машини є рама з автозчіпкою, опорно-ходові колеса, карданний вал з приводом гідронасоса, пристрій заземлення, шість проріджувальних секцій, гідравлічна система приводу, електронні системи керування робочими органами, контролю і сигналізації [2].

Технологічний процес проріджування сходів буряка виконується наступним чином. Під час руху агрегату вздовж рядків буряків датчик торкається рослин і замикає електричне коло «датчик – рослина – ґрунт – заземлювач». Імпульс, що виникає, підсилюється в електронному блоці і замикає коло електромагніта розподільника гідродвигуна проріджувальної секції.

Електромагніт переміщає золотник гідророзподілювача з одного положення в інше, завдяки чому масло з напірної магістралі гідросистеми поступає в один з циліндрів гідродвигуна приводу ножів, що приводить до повороту валу гідродвигуна з одного крайнього положення в інше. Ножі, закріплені на валу гідродвигуна, виконують рух поперек ряду, заглиблюючись у ґрунт на глибину 1-2 см і вирізають рослини, які попадають в зону їх дії, розташовані попереду і ззаду виявленої рослини. Передній ніж вирізує бур’яни і зайві рослини перед контрольною рослиною, яку виявив датчик. Задній ніж спушує ґрунт і видаляє рештки бур’янів і зайвих рослини позаду контрольної рослини. Швидкість руху ножів – 7 м/с.

Для агропромислового комплексу нашої країни важливим є підвищення продуктивності сільськогосподарських знарядь, забезпечення їх надійності та необхідної довговічності експлуатації.

Оскільки автоматичний проріджувач ПСА-2.7 є начіпною машиною, то підвищення продуктивності можна досягти зменшенням маси агрегату, підвищенням точності проріджування та зменшенням пропусків у роботі.

Це забезпечується удосконаленням основного робочого вузла проріджувача ПСА-2.7 – проріджувальної секції.

Для зменшення маси автоматичного проріджувача сходів цукрового буряка ПСА-2.7 запропоновано проріджуючі секції машини зробити спареними, об’єднавши ліві та праві робочі секції попарно за допомогою спільного несучого бруса та однієї паралелограмної підвіски.

В такому випадку проріджуюча секція складатиметься з двох проріджуючих механізмів, сполучених поперечним брусом, що спираються на

чотири копіюючі катки, двох листковідгиначів і розділювального щитка. Кріпитиметься секція до основного бруса рами за допомогою паралелограмної підвіски через передній кронштейн.

Проріджуюча секція опирається на ґрунт чотирма катками. Катки встановлені на каретках таким чином, що при русі машини по полю пара опорних катків кожної каретки проріджуючої секції перекочується по обидва боки ряду рослин, також копіюючи мікрорельєф ґрунту.

Підвищення надійності роботи проріджувача досягається шляхом об'єднання його шести робочих секцій попарно, утворивши три спарені проріджуючи секції.

Список використаних джерел

1. Адамчук В. В. Сучасні тенденції розвитку сільськогосподарської техніки / В. В. Адамчук, Г. Л. Баранов, О. С. Барановський. – К. : Аграрна наука, 2004. – 396 с.

2. 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.

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 631.362.3

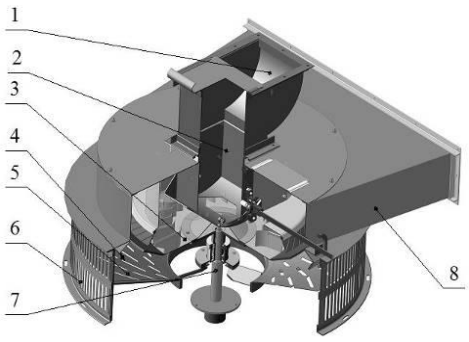
ДОСЛІДЖЕННЯ УНІВЕРСАЛЬНОГО СЕПАРАТОРА ЗЕРНА З ПНЕВМОВИХРОВОЮ КАМЕРОЮ

С. П. СТЕПАНЕНКО, кандидат технічних наук., с.н.с.,
І. С. ПОПАДЮК, провідний інженер
Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»
ORCID iD 0000-0002-8331-4632;
E-mail: Stepanenko_s@ukr.net

Післязбиральна обробка зерна, зокрема його очищення від домішок органічного і неорганічного походження, значно підвищує його товарну цінність і стійкість при зберіганні. Ріст валових зборів зерна, а також зміна умов післязбиральної обробки висунули нові вимоги до зерноочисних агрегатів і зерноочисно-сушильних комплексів [1]. Збільшення чисельності комбайнового парку, зміна організації і скорочення строків збиральних робіт призвели до значного росту інтенсивності і нерівномірності надходження зерна

з поля на зерноочисно-сушильні пункти господарств. Тому обґрунтування шляхів підвищення інтенсифікації процесів післязбиральної обробки зерна на основі впровадження у виробництво АПК України інноваційних технологій та технічних засобів є актуальною проблемою [2, 3].

а)



б)

Рис. 1. Загальний вигляд універсального сепаратора зерна нового покоління БЦСМ-50А (а) з пневмовихровою камерою (б)
1 - завантажувальний зернопроводів; 2 - дозувальний пристрій; 3 - подільник зернової суміші; 4 - стінка пневмоканала; 5 - жалюзійний конус; 6 - жалюзійна циліндрична стінка; 7 - вал ротора сепаратора; 8 – кожух

Завдяки високій ефективності застосування вібровідцентрових сепараторів у потоковій лінії зерноочисних агрегатів лабораторією післязбиральної обробки зерна ННЦ «ІМЕСГ» розроблено комплект обладнання Р8-УЗК-50 та модернізовано аспіраційну систему до вібровідцентрових сепараторів у вигляді нової конструкції пневмовихрової камери [2]. Загальний вигляд вібровідцентрового сепаратора та нової конструкції пневмовихрової аспіраційної камери наведено на рис. 1, а їх технічні характеристики в таблиці 1.

Розроблено серію високоефективних машин для сортування насіння за комплексом фізико-механічних властивостей зернових сумішей, переважно за густиною [2, 3].

Таблиця. 1

Технічні характеристики сепараторів

Показники	Моделі сепараторів		
	Р8-БЦС-25	Р8-БЦ2С-50	А1-БЦС-100
Кількість блоків	1	2	4
Продуктивність, т/год: продовольчої пшениці	25	50	100
Продуктивність, т/год: насіння пшениці	12	24	-
Ефект очистки, %	83-89	87-90	78-81

Продовження табл. 1

1	2	3	4
Потужність встановлених електродвигунів (без врахування приводу вентилятора), кВт	3.0	4.5	9.0
Витрати повітря при повному тиску 400 Па, $м^3$/год	4000	8000	15000
Габарити, мм: довжина	1790	3300	3300
ширина	1220	1220	2400
висота	3220	3220	3220
Маса, кг	1290	2370	5000

Дослідженнями [3-4] доведено їх ефективність та якість виконання технологічного процесу. Подальше збільшення валових зборів зерна в господарствах, а також зміна в зв'язку з реформуванням колгоспів і радгоспів в інші форми господарювання, вимагає від науки подальших розробок з інтенсивних процесів післязбиральної обробки зерна, як основи ефективності його вирощування.

Список використаних джерел

1. Адамчук В.В. Концепція перспективи комплексного вирішеня проблеми післязбиральної обробки і зберігання зерна в сільськогосподарських підприємствах України / В.В. Адамчук, А.Н. Прилуцький, А.С. Заришняк, С.П. Степаненко // *Механізація та електрифікація сільського господарства: Міжвід. темат. наук. зб.* - Глеваха, - 2014.- Вип. 99. Т. 1 - С.40-56.

2. Степаненко С.П. Аналіз розвитку конструкцій пневмосепаруючих систем сепараторів / С.П. Степаненко, В.О. Швидя, І.С. Попадюк // *Механізація та електрифікація сільського господарства: [Загальнодержавний збірник]*. – 2017. - Вип. №5 (104). / [ННЦ"ІМЕСГ"]. – Глеваха, 2017. – С.132-142.

3. Моделювання технологічних процесів в типових об'єктах післязбиральної обробки і зберігання зерна (сепарація, сушіння, активне вентилювання, 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. Rogovskii, I. Experimental study of the process of grain cleaning in a vibro-pneumatic resistant separator with passive weeders. / Rogovskii, I., Stepanenko, S., Titova, L., Trokhaniak, V., Trokhaniak, O. // *Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering.* 2020. Vol. 13(62). N.1. pp.117-128. DOI:10.31926/but.fwiafe.2020.13.62.1.11

УДК 631.171: 633.63

АНАЛІЗ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ КОПІРА АПАРАТА ВОДІННЯ КОРЕНЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ

В. М. БАРАНОВСЬКИЙ, доктор технічних наук, професор
Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя
В. В. ТЕСЛЮК, доктор сільськогосподарських наук, професор,
М. М. ПОКИДЬКО студент
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: vtesluk@ukr.net

Важливим резервом збільшення валових зборів зерна, технічних та інших сільськогосподарських культур є ріст оснащеності сільськогосподарського виробництва високопродуктивними машинами, і підвищення їх експлуатаційних показників [1,2].

Зменшення втрат технічних культур в країні лише на 1% рівнозначно збільшенню посівних площ на 1 млн. га.

За статистичними даними втрати кормових буряків під час збирання коливаються в межах від 4 до 13% і їх величина значною мірою залежить від типу збиральних машин та систем керування робочими органами [3].

Тому одним із шляхів удосконалення автомата керування є значне спрощення його конструкції і одночасно підвищення точності і надійності роботи

Одними з найбільш вагомих є втрати внаслідок механічного пошкодження коренеплодів в процесі їх викопування внаслідок несправності, або недостатньої ефективності автомата керування.

Тому в конструкціях коренезбиральних машин, для забезпечення допустимого рівня пошкоджень і втрат, займає система керування (СК), яка повинна забезпечити необхідну точність ведення комбайна по рядках при високих швидкостях збирання. Це дозволить підвищити продуктивність машини, зменшити втрати коренів, а також полегшити умови праці механізатора, оскільки система керування звільняє його від важкої монотонної роботи при керуванні машиною під час виконання технологічного процесу.

Роль копіра-розрихлювача - відслідковувати рядки буряків, розпушувати ґрунт і підрізати бур’яни. Крім цього, до позитивного моменту слід віднести те, що клин розрихлювача стабілізує технологічний процес відслідковування рядків буряків при малій висоті їх головок і не допускає різких коливань в процесі роботи.

Серійний автомат керування коренезбиральної машини МКК-6 в нормальних умовах збирання кормових буряків задовільно виконує свої функції. Однак його конструкція не пристосована для збирання кормових буряків, які були вибиті гичкозбиральною машиною і знаходяться в міжряддях, що знижує його ефективність при експлуатації.

В результаті аналізу роботи копіра автомата керування коренезбиральної машини запропоновано нове вирішення технічної задачі, яке полягає в удосконаленні конструкції автомата керування коренезбиральних машин, шляхом удосконалення конструкції копіра.

Удосконалений автомат керування складається з двох основних частин – кінематики механічної системи і гідравлічної частини.

Гідравлічна система є виконавчою, яка забезпечує керування передніми колесами машини у відповідності з отриманими сигналами орієнтації.

Для забезпечення надійності і точності відслідковування (копіювання) рядків необхідно встановити таку відстань розміщення датчиків, щоб плоскі елементи пер не затискались коренями направляючих рядків, але й не знаходились далеко від них, тобто були з мінімальним зазором.

Використання запропонованого копіра автомата керування коренезбиральної машини дозволить підвищити ефективність використання бурякозбиральної техніки. Річний економічний ефект від впровадження запропонованого автомата водіння на одну машину склав 5962,8 грн.

Список використаних джерел

1. Гречкосій В.Д. Проектування технологічних процесів у рослинництві: навчальний посібник/ В.Д. Гречкосій, В.Д. Войтюк, Р.В. Шатров, І.І. Мельник, Я.М. Михайлович, В.Г. Опалко. – Видавничий центр НУБіП України, 2011. – 364 с.

2. Барановський В. Основні етапи та сучасні тенденції розвитку коренезбиральних машин / Віктор Барановський // Вісник Тернопільського держ. техн. ун-у. – Тернопіль : ТДТУ, 2006. – Т. 11. – № 2. – С. 67–75.

3. Булгаков В.М. Теория свеклоуборочных машин : Монография / В.М. Булгаков, М.И. Черновол, Н.А. Свирень. – Кировоград : ”КОД”, 2009. – 256 с.

УДК 631.365.22

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВАКУУМНОГО СУШІННЯ НАСІННЯ СОЇ

В. О. ШВИДЯ, кандидат технічних наук.
Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»
E-mail: Shvidia@gmail.com

У післязбиральній обробці насіння деяких сільськогосподарських культур (кукурудза, ріпак, соняшник, соя і т.д.) необхідно використовувати сушіння, щоб зберегти насіння до посіву. Для цього використовують, як правило, конвекційні сушарки, які частково перегрівають насіння під час

сушіння, що зменшує його посівні якості. Тому для мінімального впливу процесу сушіння на насіння потрібно проводити інтенсивне вологовидалення при температурах нагріву, при яких внутрішні частини насінини, а також зародок, не зазнають змін. Це можливо здійснити, якщо проводити сушіння насіння у вакуумі [1-3]. Для практичного використання вакуумного сушіння необхідно оцінити основні параметри процесу, встановити закономірність їх зміни.

Метою даної роботи було експериментальні дослідження впливу основних режимних параметрів сушіння насіння на експозицію сушіння на прикладі насіння сої.

Для цього була розроблена та виготовлена фізична модель експериментальної барабанної вакуумної сушарки насіння (рис. 1).

Рис. 1 Загальний вигляд фізичної моделі експериментальної барабанної вакуумної сушарки насіння.

Насіння при цьому знаходиться у внутрішній частині барабана, який нагрівається зсередини електричним нагрівачем та обертається з частотою до 10 об/хв.

Експериментальні дослідження сушіння насіння на фізичній моделі вакуумної барабанної сушарки були проведенні також на прикладі насіння сої з початковою вологістю 28 %, яка зволожувалась штучним методом [4]. та температурою 6 ºС. Вимірювання поточної вологості насіння та температури нагріву здійснювалась електронними датчиками. Проведено 3 серії дослідів при розрідженні 60 кПа, 70 кПа та 80 кПа, при цьому температуру нагріву насіння змінювали від 25 ºС до 37 ºС з кроком 2 ºС.

Урезультаті одержано рівняння регресії експозиції сушіння насіння сої:

$$\tau_{\text{екс}} = 14{,}25 \cdot p - 0{,}075 \cdot p^2 + 0{,}03 \cdot \mathrm{t}^4 - 3{,}6 \cdot \mathrm{t}^3 + 157{,}5 \cdot \mathrm{t}^2 - .$$

$$-3048 \cdot \mathrm{t} + 223748. \qquad (1)$$

На основі рівняння регресії (1) побудовані графічні залежності експозиції сушіння насіння сої від температури нагріву при різному значенні розрідження.

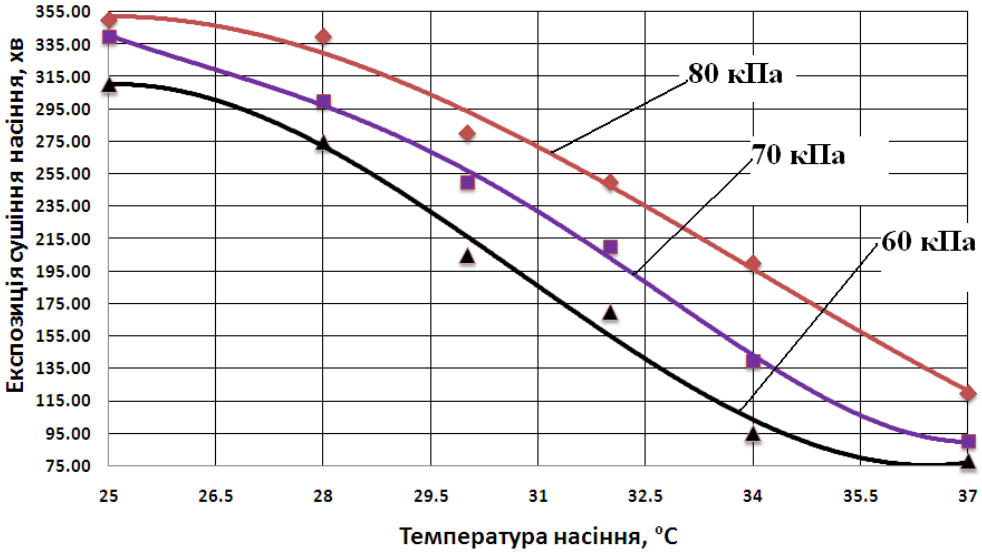


Рис. 1 Залежності експозиції сушіння насіння сої від температури його нагріву при різному розрідженні у сушильному барабані.

Графічні залежності, показані на рис. 1 показують, що зі збільшенням температури нагріву насіння та зменшенням розрідження в всередині сушильного барабану нелінійно зменшується експозиція сушіння насіння. Зменшення розрідження на 20 кПа скорочує експозицію сушіння на 100 хв.

Список використаних джерел

1. Вплив режимів процесу вакуумного сушіння на появу тріщин у насінні. / В. В. Адамчук, В. О. Швидя // Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний збірник. – Глеваха. – 2020- Вип. № 11 (110) - С. 83-91.

2. Теоретичне обґрунтування використання контактного нагріву для сушіння насіння у вакуумі. / В. О. Швидя // Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний збірник. – Глеваха. – 2019- Вип. № 10 (109) - С. 67-74.

3. Обґрунтування форми перерізу вакуумної сушильної камери з контактним нагрівом зерна / В.О. Швидя, С. П. Степаненко, М. М. Аненяк // Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний збірник. – Глеваха. – 2018- Вип. № 7 (106) - С. 73-81.

4. Сиволапов В., Марченко В. Обробка насіння перед сівбою. Agroexpert №3(92). 2016.

УДК 631.171: 633.63

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ДООБРІЗУВАННЯ ГИЧКИ КОРЕНЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ

В.В. ТЕСЛЮК, доктор сільськогосподарських наук, професор,
А.М. ХАЄЦЬКИЙ, 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

Збільшення виробництва і зниження собівартості коренеплодів кормових буряків в значній мірі стримується ще низьким рівнем механізації їх виробництва і, особливо, збирання. Збирання є дуже трудомісткою операцією, головним чином із-за відсутності надійних і високоефективних бурякозбиральних машин і особливо засобів очищення вороху коренеплодів від домішок. Витрати праці на виробництво цієї культури при використанні ручної праці складають 500...600 люд-год/га, в тому числі 30...50 % їх припадає на збирання.

В даний час в агропромислових фермерських господарствах ще зустрічається використання вітчизняних коренезбиральних машин МКК-6, РКМ-6-03 і КС-6Б-05. Поряд з тим, на зміну великі агрохолдінги закупляють сучасні імпортні високопродуктивні коренезбиральні комбайни відомих фірм «Кляйне», «Холмер» «Моро» та інші. Вони характеризуються вищою продуктивністю, якістю збирання коренеплодів, витрати праці при використанні нових машин знижуються до 100 людино-годин на гектар.

Одним із недоліків застосування вітчизняних коренезбиральних машин залишається наявність домішок в воросі коренеплодів більше 15%, спричинена недосконалістю технологічних процесів та робочих органів для викопування і очищення коренеплодів, яка в результаті призводить до загнивання коренеплодів в період зберігання, а також вивезення самого родючого грунту з поля разом із коренеплодами.

В усіх існуючих конструкціях гичковидаляючих механізмів розрізняють два напрямки технології видалення гички: теребіння та зрізування гички в машині або видалення гички з невикопаних коренеплодів. Для першого напрямку характерні висока складність механізмів теребіння та вирівнювання, невисока продуктивність. Тому провідні фірми-виробники сучасної бурякозбиральної техніки принцип теребіння практично не застосовують. Більшість гичковидаляючих машин працюють за другим напрямком.

З урахуванням виявлених недоліків та напрямів розвитку удосконалення технологічного процесу видалення гички, нами запропоновано удосконалення комбінованого викопуючого робочого органу, технічне рішення якого полягає в додатковому розташуванні над викопуючими сферичними дисками бітерного

лопатевого валу доочищення залишків гички, осі очисних секцій якого розташовані під деяким кутом до осі вала.

В результаті теоретичних розрахунків обґрунтовано конструктивні і кінематичні параметри робочого органу: діаметр сферичного диска – 0,45 м; кут атаки диска – 30^0; діаметр очисного валу - 0,6 м; довжина лопаті – 0,3 м; ширина лопаті – 0,03 м; товщина лопаті – 0,005 м; кутова швидкість обертання очисного 66,2 рад/с.

Використання робочого органу дозволить значно покращити надійність виконання технологічного процесу в плані усунення згруження викопаного вороху між суміжними дисками та зменшити загальну кількість залишків гички на головках коренеплодів.

Список використаних джерел

1. Гевко Р.Б. Обгрунтування конструктивно-технологічних параметрів робочих органів бурякозбиральних машин: Дис... д-ра техн.. наук: 05.05.11.- Київ, 2000. – 362 с.
2. Патент України № 7359. Пристрій для відокремлення гички від коренеплодів // Барановський В.М., Гурченко О.П., Завгородній А.Ф. НПК А 01Д 23/02, Бюл. № 24, 1995.

УДК 631.333

ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ І РЕЖИМІВ РОБОТИ КОМБІНОВАНОГО ОЧИСНИКА ВОРОХУ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ МАШИН ДЛЯ ЗБИРАННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ

В. Б. ОНИЩЕНКО доцент, к.т.н.,
П. М. КОЛІСНІЧЕНКО, студент магістратури
НУБіП УКРАЇНИ
В. М. БАРАНОВСЬКИЙ, професор, д.т.н.,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Головне завдання комбінованого очисника вороху коренеплодів підвищення інтенсивності відокремлення налиплого грунту та рослинних домішок від коренеплодів. Він складається (рис.1, 2), із завантажувального транспортера 1, очисної гірки 2 з пальчиковою поверхнею, встановленою під кутом α до горизонту.

У нижній частині сходу очисної гірки розміщені транспортуючо-очисні органи, виконані у вигляді правої 3 та лівої 4 системи шнеків 5 круглого перерізу, осі 6 обертання яких знаходяться на нижній гілці еліпса 7 та утворюють жолоб робочого русла 8. Шнеки встановлені консольно на своїх опорах. Очисна гірка встановлена вздовж осей обертання шнеків круглого

перерізу відповідної правої або лівої системи шнеків. У просторі жолоба робочого русла вздовж правої і лівої систем шнеків круглого перерізу та зверху над шнеками горизонтально встановлено вал 9, на барабані 10 якого розміщено очисні пружні елементи 11, набрані з пучків ворсу 12. Очисні пружні елементи розміщені на барабані вала по гвинтовій лінії, причому напрямок навивання гвинтової лінії протилежний напрямку осьового переміщення вороху коренеплодів уздовж жолоба робочого русла.

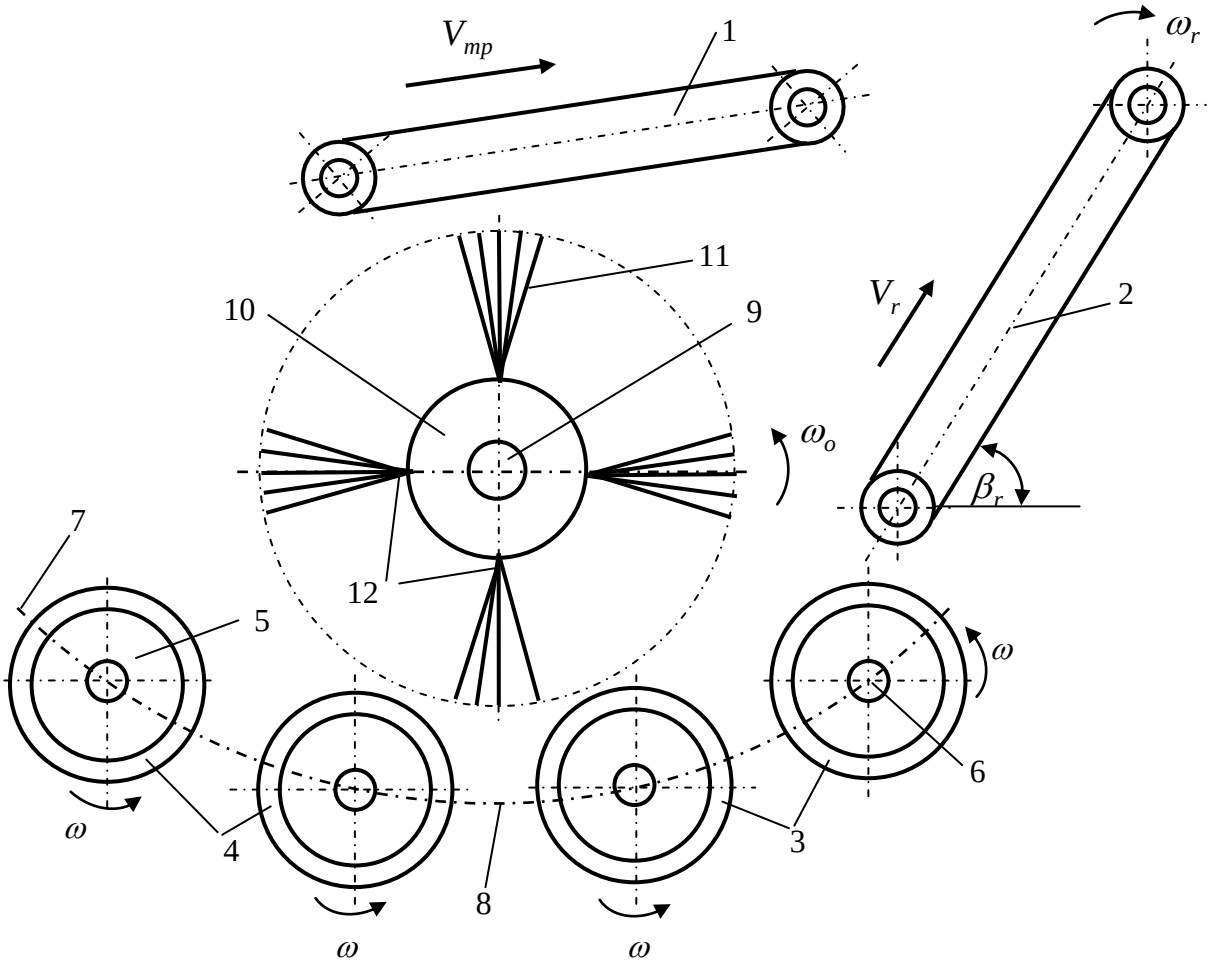


Рис. 1.17. Конструктивна схема комбінованого очисника вороху коренеплодів, вигляд збоку

Комбінований очисник вороху коренеплодів працює таким чином.

Викопаний ворох коренеплодів подається завантажувальним транспортером 1 на очисну гірку 2, де відбувається попереднє часткове відділення вільної землі і рослинних залишків. Недоочищений ворох коренеплодів з нижньої частини сходу очисної гірки надходить у простір жолоба робочого русла 8, тобто на праву 3 та ліву 4 системи очисних шнеків 5 круглого перерізу. При цьому домішки проходять у зазор між робочою поверхнею шнеків і нижнім торцем очисних пружних елементів 11. Коренеплоди, переміщуючись уздовж осей 6 обертання шнеків, за рахунок контакту з очисними пружними елементами 11 очищуються від налиплого на їх поверхні грунту за рахунок

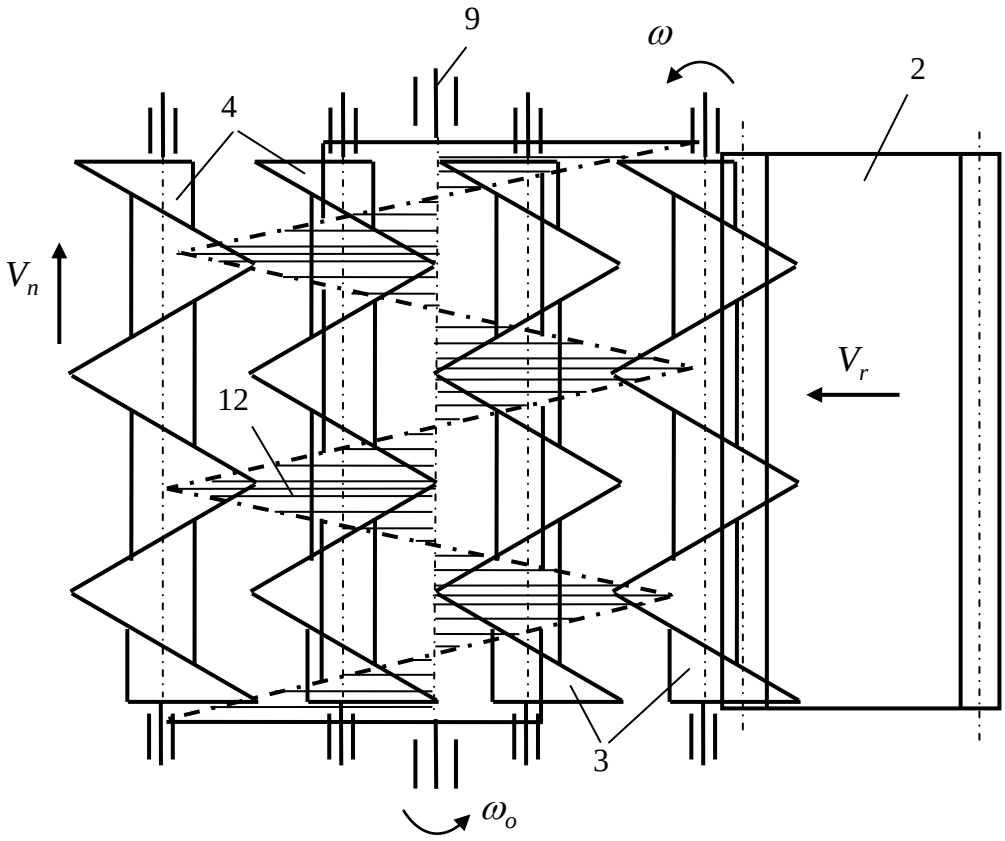


Рис. 2. Конструктивна схема комбінованого очисника вороху коренеплодів, вигляд зверху

обертальних рухів приводного горизонтального вала 9 і шнеків. Частина домішок просіюється в зазор між шнеками, а інша непросіяна частина домішок, за рахунок розміщення очисних пружних елементів по гвинтовій лінії, напрямок навивання якої протилежний напрямку осьового переміщення коренеплодів, виноситься гвинтовою навивкою приводного вала вздовж жолоба робочого русла за межі очисника. Очищені коренеплоди шнеками 3 подаються далі на наступні ТТС КМ.

Таким чином, за рахунок встановлення горизонтального вала 9 з очисними пружними елементами 11 відбувається інтенсифікація процесу відокремлення домішок від коренеплодів.

Використання в комбінованому очиснику ефекту пригальмування вороху над шнеками круглого перерізу, а також безперервне взаємно протилежне пересування коренеплодів і домішок над зазором між шнеками забезпечує інтенсивне відокремлення землі та рослинних домішок як при оптимальній, так і при надмірній або низькій вологості ґрунту.

Список використаних джерел

1. Аналіз тенденцій розвитку робочих органів для сепарації вороху коренеплодів / В.Ю. Рамш, В.М. Барановський, М.Р. Паньків [та ін.] // Наукові нотатки. – Луцьк : ЛНТУ, 2011. – Вип. 31. – С. 298–305.

2. . Барановський В. Основні етапи та загальні принципи сучасних тенденцій розвитку коренезбиральних машин / Віктор Барановський // Вісник ТДТУ. – Тернопіль, 2006. – Т. 11, № 2. – С. 67–75.

УДК 631.333

АНАЛІЗ РОБОТИ МАШИН ДЛЯ ВНУТРІШНЬОГРУНТОВОГО ЛОКАЛЬНОГО ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

В. Б. ОНИЩЕНКО, доцент, к.т.н.,
К. Ю. НАЗАРЕНКО, студентка магістратури
НУБіП України
В. В. РАТУШНИЙ, с.н.с., к.т.н.,
ННЦ ІМЕСГ НААН України

Одним з найбільш важливих факторів підвищення родючості ґрунту і отримання на цій основі високих врожаїв сільськогосподарських культур є стабільне внесення мінеральних та органічних добрив.

Внесення добрив здійснюється як поверхневим, так і внутрішньогрунтовим способами. За даними агротехнічної науки, останній забезпечує найбільшу ефективність підживлення рослин.

В зв'язку з цим розробляється технологічний процес з метою забезпечення раціонального використання в сільськогосподарських господарствах машин для внутрішньогрунтового внесення основної дози мінеральних добрив до тракторів класу 30 і 50 кН; для ефективного використання твердих мінеральних добрив при внутрішньогрунтовому внесенні[1].

Одним із факторів, що обмежують ефективність підживлення, є недосконаліть способів і технологій внесення добрив. Машини з відцентовими розсівальними робочими органами і авіаційні засоби розподіляють добрива по площі поля з нерівномірністю, яка перевищує допустиму в 2 - 3 рази. Тукосуміші, що складаються з частин з різними фізико - механічними характеристиками, при внесенні цими машинами розшаровуються. Це погіршує збалансованість поживних речовин в зоні кореневої системи рослин. В результаті розвиток сільсьгосподарських культур на 10 - 15% нижче того рівня, який міг би забезпечити внесення добрив з нерівномірністю, що задовольняє агротехнічні вимоги. Незадовільно проводиться і наступна заробка добрив в грунт. Добрива, внесені під зяблеву 'оранку довго взаємодіють з великою кількістю грунту, що збільшує втрати озону, посилює перехід фосфора і калія в менш доступні форми для живлення рослин. Крім того, при оранці добрива розміщуються в грунті надто глибоко і майже недоступні для кореневої системи рослин в початковий період вегетації. Культиватори і дискові борони заробляють велику частину добрив, раніше

внесених поверхневим методом, в верхній 3 см. шар грунту, (цей шар грунту дуже висихає), що знижує ефективність внесення добрив [2].

Зарубіжна практика, результати багаторічних дослідів і виробничий досвід багатьох сільськогосподарських господарств нашої країни свідчать про доцільність переходу до більш удосконаленої технології-внутрішньогрунтового внесення добрив стрічками без попереднього розкидання їх по поверхні поля. Використання такого способу внесення добрив дозволяє підвищити розвиток сільськогосподарських культур. При чому, вартість додаткової продукції багаторазово відшкодовує додаткові затрати на удосконалення техніки та витрат палива. Слід також врахувати, що внутрішньогрунтовий спосіб внесення знижує забруднення навколишнього середовища.

Крім того, завдяки використанню внутрішньогрунтового внесення добрив замість розкидного внесення поверхневим способом можна зменшити дози основного внесення добрив в 1,5 - 2 раза. При цьому будуть забезпечуватись приблизно такіж прибавки врожаю, як при внесенні повних доз поверхневим розкиданням. Біологічно оптимальні дози добрив при стрічковому внесенні звичайно на 10 - 30% нижчі, а забезпечувані ними максимуми врожаю значно вищі ніж при розкидному внесенні.

При дефіциті мінеральних добрив, що обумовлює внесення їх не під всі культури і не на всіх полях, доцільно вносити основні дози добрив внутрішньогрунтовими стрічками, зменшивши дози на 30 - 50%. В господарствах, які забезпечені мінеральними добривами в достатній мірі, їх використовують дозами які близькі до біологічно оптимальних.

Новий спосіб внесення базується на використанні машин, обладнаних спеціальними дозувально-розподільними пристроями та сошниками або лапами для внесення добрив безпосередньо в грунт з концентрованим розміщенням їх на заданій глибині.

Список використаних 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. Обгрунтування моделі внесення мінеральних добрив // В зб.: Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха.- ННЦ „ІМЕСГ” , -2002. Вип. 86.- с. 90-99.

УДК 631.354

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗБИРАННЯ НЕЗЕРНОВОЇ ЧАСТИНИ УРОЖАЮ СОНЯШНИКУ НА ЕНЕРГЕТИЧНІ ЦІЛІ

А. Я. КУЗЬМИЧ, кандидат техніних наук
Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»
E-mail: akuzmich75@gmail.com

Зменшення світових запасів нафти і газу, а також збільшення затрат на їх видобування і переробку спонукає до пошуку альтернативних джерел енергії. Україна має великий потенціал біомаси, доступної для виробництва енергії [1]. Основними складовими потенціалу є побічна продукція сільськогосподарського виробництва рослинного походження, зокрема незернова частина урожаю соняшнику. Одним із найбільш вагомих аргументів на користь використання цієї культури на енергетичні цілі є посівні площі вирощування кукурудзи і соняшнику в Україні, що в 2020 році становили близько 6,4 млн га.

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 [2].

Перспективним виглядає спосіб збирання НЧУ соняшнику, що полягає в збиранні подрібненої маси, яка пройшла через молотарку зернозбирального комбайна, в причіпний копнувач і формуванні валків із підвищеною погонною масою на краю поля для досушування маси та наступному підбиранні їх серійними прес-підбирачами.

За результатами лабораторно-польових досліджень встановлено, що за рівня врожайності насіння соняшнику в межах 30 ц/га обсяг збирання зернозбиральним комбайном подрібненої маси НЧУ складає 7,5–8,5 ц/га. При підбиранні прес-підбирачем було сформовано рулони з щільністю 75–90 кг/м^3 при середній вологості маси 23%. Повнота підбирання валка складала 65–80%.

Для реалізації технології збирання незернової частини урожаю соняшнику із формуванням і підбором “потужних” валків подрібненої маси розроблено конструкційно-технологічну схему причіпного копнувача-валкоутворювача до зернозбирального комбайна, обладнаного відкидним транспортером.

Виконання ємності у вигляді швидкорозвантажувального копнувача із днищем, що відкривається під дією ваги зібраної маси дозволить здійснювати вивантаження НЧУ без зупинки, не зменшуючи продуктивності зернозбирального комбайна. При цьому очікується формування валків НЧУ з погонною масою в межах 16–20 кг/м.

Список використаних джерел

1. Гальчинська Ю.М. Оцінка потенціалу біомаси побічної продукції сільськогосподарських культур в аграрному секторі економіки. *Економіка АПК*. 2019. № 5. С. 15–26. DOI: https://doi.org/10.32317/2221-1055.201905015

2. 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 631.332.99:635.262

КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА САДЖАЛКИ ДЛЯ ОРІЄНТОВАНОГО САДІННЯ ЗУБКІВ ЧАСНИКУ

Я. В. СЕМЕН, кандидат технічних наук, доцент,
О. М. КРУПИЧ, кандидат технічних наук, доцент
Львівський національний аграрний університет

Садіння часнику – один із дуже трудомістких і найвідповідальніших етапів у технології його вирощування, під час механізованого проведення якого й надалі залишається невирішеною основна проблема – безпосереднє укладання зубка в ґрунті денцем вниз, а ростком вверх. Використовувані при цьому машини можуть задовільно укладати зубки часнику на бік в утворену борозенку, що частково вирішує вказану проблему [1].

Зважаючи на підвищену увагу і зростання виробництва часнику в нашій країні та у світі питання якості механізованого його садіння набирає актуальності. Але якщо вдалося створити робочі органи машин, які знижують імовірність пошкодження зубків під час їх захоплення, зменшують огріхи через не потрапляння зубків у ложечки садильного апарату, зберігають задану відстань між насінинами у рядку, то процес безпосереднього укладання зубків у ґрунт і надалі залишається некерованим [2]. Низький рівень запровадження техніки для садіння часнику обумовлюється ще й тим, що робочі органи саджалок мало адаптовані до різних розмірів і форм поверхонь зубків, які можуть бути овальними, стовбчастими, округлими, циліндричними [3].

Саме тому більшість сучасних машин для садіння часнику працюють за принципом сівалок. Вони забезпечують якісне дозування зубків, їх захоплення і внутрішньомашинне транспортування, але процес безпосереднього укладання посівного матеріалу у грунт зводиться до хаотичного скеровування насіння в розкриту борозенку із наступним його загортанням.

Очевидно, що вирішення актуальної проблеми розміщення в грунті зубків часнику денцем вниз, а ростком вверх можливе завдяки створенню саджалок, робочі органи яких, будуть максимально пристосовані до широкого діапазону

розмірно-масових показників і різноманітних форм садильного матеріалу, причому кожен зубок має індивідуально встромлятися в борозенку у вертикальному положенні.

Запропонована машина має бункер 2 (рисунок 1), заповнений зубками 3 часнику. Він має активне дно і безпосередньо контактує з барабаном 1, скеровуючи до нього зубки, орієнтовані ростком вперед.

Сам барабан 1 – це пустотілий циліндр, на поверхні якого зроблені отвори 17 через кожні 40 град. Він обертається на підшипникових опорах, а в його середині створений вакуум, за допомогою чого зубки часнику присмоктуються до цих отворів. У нижній частині барабана змонтовано кожух для запобігання самовільному випаданню зубків.

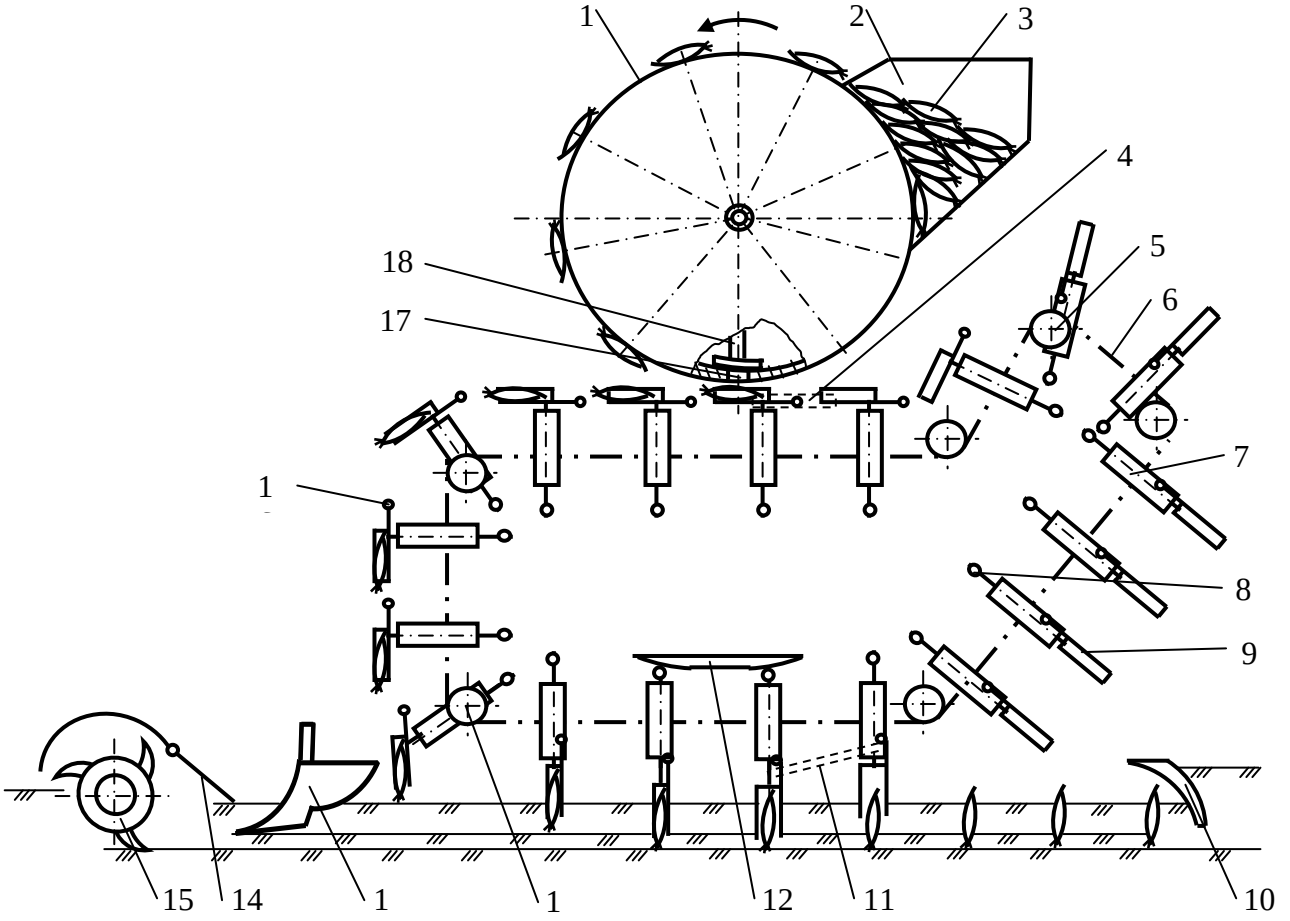


Рисунок 1 Саджалка зубків часнику

Машина обладнується садильним апаратом ланцюгово-плунжерного типу. Він складається із двох паралельних віток ланцюгових транспортерів 6, з’єднаних між собою поперечними планками, на яких жорстко закріплені плунжери 7. Для приводу і переміщення садильного апарату застосовують зірочки 5.

У верхній частині плунжери садильного апарату опираються на спеціальні упори, забезпечуючи оптимальний зазор між їх зігнутою вилкою 9 і барабаном 1. Вилка має два пальці, які утримуються кронштейном 4 у

положенні «розкрито» перед захопленням зубка і закриваються в момент його захоплення, коли зубок перебуває в нижній точці барабана. Плунжер 7 має підпружинений шток і рухому втулку на ньому. Така конструкція забезпечує фіксацію вилки у вертикальному (в момент безпосереднього садіння зубка часнику в грунт) або горизонтальному (в момент захоплення зубка пальцями вилки) положеннях. Коли транспортер 6 огинає зірочку 5, втулка плунжера 6 починає вільно переміщуватися на його штоці вниз, звільняючи вилку, а під час огинання нижньої зірочки 19 втулка вільно переміщується вниз і фіксує вилку 9 плунжера 7 у вертикальному положенні.

Після того, як вітки ланцюгових транспортерів 6 обігнуть зірочку 5 вилка 9 плунжера 7 займає горизонтальне положення і рухається пальцями вперед до моменту їх розкривання і захоплення зубка часнику, який примусово відділяється від нижньої точки барабана 1 через відсутність в даній зоні вакууму завдяки обладнанню саджалки пристроєм для подавання зубків часнику (відсікачем вакууму 18) [4].

Сошник 13 саджалки має бокові крила, а у передній частині загострений носок, який утворює клиноподібну борозенку з ущільненим дном на глибину 7–9 см. Для утримання зубка у вертикальному положенні сошник повинен сформувати борозенку, профіль якої має бути не тільки максимально пристосованим до укладання в неї зубків 3 денцем вниз, але й утримувати їх в такому положенні після звільнення від пальців вилки плунжера 7 та остаточного загортання загортачами 10.

Для утворення однакової однорідної структури ґрунту незалежно від попереднього його стану безпосередньо перед сошником встановлено активний ротор15 та пасивний вирівнювач 14.

Безпосереднє встромляння зубка часнику в грунт (утворену борозенку) відбувається у момент, коли ролик 8 штока плунжера 7 контактує з напрямною 12. При цьому зубок часнику рухається вертикально вниз заодно з пальцями вилки плунжера, між якими він защемлений до початку контакту кульок 16 керування пальцями вилки з кронштейном 11. Внаслідок цього контакту пальці вилки розходяться в сторони і звільняють зубок часнику, який залишається в борозенці у вертикальному положенні та остаточно загортається загортачем 10.

Список використаних джерел

1. Семен О.Я. Аналіз конструкцій машин для садіння часнику. *Теорія і практика розвитку агропромислового комплексу та сільських територій:* матеріали XVII Міжнародного науково-практичного форуму (Львів, 14-16 верес. 2016 р.). Львів, 2016. С. 254-261;

2. Сажалка, сеялка автоматическая для чеснока. [Електронний ресурс]: – Режим доступу: http://prom.ua/p36318852-sazhalka-seyalka-avtomaticheskaya. html#attributes_block;

3. Лихацкий В. И. Чеснок. Биология и технология выращивания: практ. пособие. Киев : Узд.-во УСХА, 1990. 96 с;

4. Пристрій для подавання зубків саджалки часнику: Пат. №129802 (Україна) МПК A01C 5/00. № *и* 201805712; заявл. 22.05.18; опубл. 12.11.18. Бюл. №21.

УДК631.356.2

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ УМОВ ЕФЕКТИВНОЇ РОБОТИ КОМБІНОВАНОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА ВІДЦЕНТРОВОГО ТИПУ

С. В. СМОЛІНСЬКИЙ, канд. техн. наук, доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: smolinskyi@nubip.edu.ua

Аналіз досліджень багатьох вчених свідчить, що на ефективність функціонування робочих органів картоплезбиральних машин суттєвий вплив має не лише величина подачі бульбоносного шару ґрунту, але і фракційний склад вороху. Внаслідок різниці у властивостях складових картопляного вороху виникає потреба у застосуванні в схемах картоплезбиральних машин різних робочих органів, що в свою чергу призводить до збільшення матеріало- і енергомісткості збиральних машин.

В цьому випадку, з метою зниження маси збиральної машини і потужності на привод її робочих органів доцільно в конструктивних схемах використовувати комбіновані робочі ограни, які одночасно забезпечували виконання декількох технологічних прийомів.

З метою руйнування ґрудок і інтенсифікації просівання ґрунту на сепарувальних робочих органах в конструктивних схемах картоплезбиральних машин використовуються комбіновані робочі орган відцентрового типу, які одночасно з руйнуванням ґрудок ґрунту забезпечуватимуть просіювання дрібного і подрібненого ґрунту через просвіти між прутками пруткового елеватора під дією напружень та відцентрової сили інерції.

На основі проведеного аналізу процесу роботи картоплезбиральних машин обґрунтовано можливість встановлення комбінованого робочого органа:

- відразу після підкопувального робочого органа (сприятиме руйнуванню грудок і подачі технологічного матеріалу на сепарувальні робочі органи);
- одразу після першого пруткового елеватора (це дозволяє знизити подачу складових вороху, але одночасно з цим, при великій грудкуватості ґрунту та низькій вологості спостерігатиметься зростання рівня пошкодження бульб);
- після просіювальних та бадиллєвидалаючих робочих органів (дозволяє використовувати його замість сепараторів виносної сепарації, але за умови роботи при оптимальних режимах).

Для більш ефективного застосування комбінованого робочого органа в схемі картоплезбиральних машин, доцільно попередньо перед збиранням врожаю видалити бадилля і рослинні рештки.

Процес функціонування комбінованого робочого органа відцентрового типу в схемі картоплезбиральних машин розділимо на два окремі процеси: руйнування грудок і сепарацію (просіювання) дрібного ґрунту і подрібнених грудок ґрунту.

Ефективне руйнування грудок робочим органом досягається при виконанні наступних умов:

- пропускна здатність робочого органа має бути на 10…20 % більшою за величину подачі маси

$$\omega R/V_E>1,1…1,2;$$

- динамічний режим роботи має бути

$$\omega^2 R/g>1,$$

де ω – кутова швидкість обертального руху барабана, R – радіус барабана, g – прискорення вільного падіння;

- напруження зминання пласта має бути більшим за напруження, яке необхідне для руйнування грудок

$$\varepsilon\geq 1-[\sigma/(\mu\ \theta\ R\ H_0)],$$

де ε – відносна деформація пласта

$$\varepsilon=1-(H/H_0)=(R/H_0)(1-\cos\theta),$$

H_0, H - товщина шару на вході і виході із активної зони робочого органа, θ – кут повороту барабана, при проходженні масою активної зони робочого органа, σ - напруження зминання бульбоносного пласта, μ - коефіцієнт об’ємного зминання бульбоносного пласта.

Процес сепарації ґрунту характеризуватиметься показником ефективності сепарації E, який визначатимемо коефіцієнтами динамічності від дії сил: сили тяжіння $K_1=\cos\beta$; відцентрової сили інерції $K_2=V^2/gR$; сили тиску $K_3=[R\beta LH_0(1-\varepsilon)\mu]/g$.

Тоді, показник ефективності сепарації становитиме

$$E=C_0K_1^{C1}K_2^{C2}K_3^{C3},$$

де C_0– емпіричний коефіцієнт; C_1, C_2, C_3 - показники степені впливу на величину ефективності сепарації коефіцієнтів динамічності від дії відповідно сили тяжіння, відцентрової сили інерції та тиску.

В цілому, істотний вплив на інтенсивність руйнування грудок і просіювання дрібної фракції комбінованим робочим органом мають: режими роботи (частота обертання барабана, швидкість руху пруткового елеватора і т.д.); параметри робочого органа (діаметр і ширина барабана, кут обхвату прутковим елеватором барабана і т.д.); властивості технологічного матеріалу (вологість ґрунту, фракційний склад вороху і т.д.).

Тому, при функціонуванні комбінованого робочого вхідними параметрами являються: множина режимів роботи робочого органа – {R}; множина параметрів комбінованого робочого органа – {S}; множина параметрів характеристик картопляного вороху – {G}.

Тоді умови ефективного функціонування комбінованого робочого органу матиме вигляд:

- інтенсивність руйнування грудок: $\lambda 1 = \lambda 1(R, S, G) \rightarrow opt$,
- інтенсивність просіювання дрібної фракції: $\lambda 2 = \lambda 2(R, S, G) \rightarrow opt$,
- пошкодження бульб: $П = П(R, S, G) \rightarrow min$.

На основі аналізу результатів досліджень комбінованого робочого органу відцентрового типу встановлено, що основними критеріями, які характеризуватимуть його функціонування, являються інтенсивність руйнування грудок, інтенсивність просіювання дрібної фракції та величина пошкодження бульб. З метою забезпечення необхідної інтенсивності руйнування грудок і просіювання дрібних ґрунтових домішок доцільно здійснювати адаптацію режимів роботи робочого органа із урахуванням його параметрів та у відповідності із властивостями картопляного вороху.

УДК 631.816.33

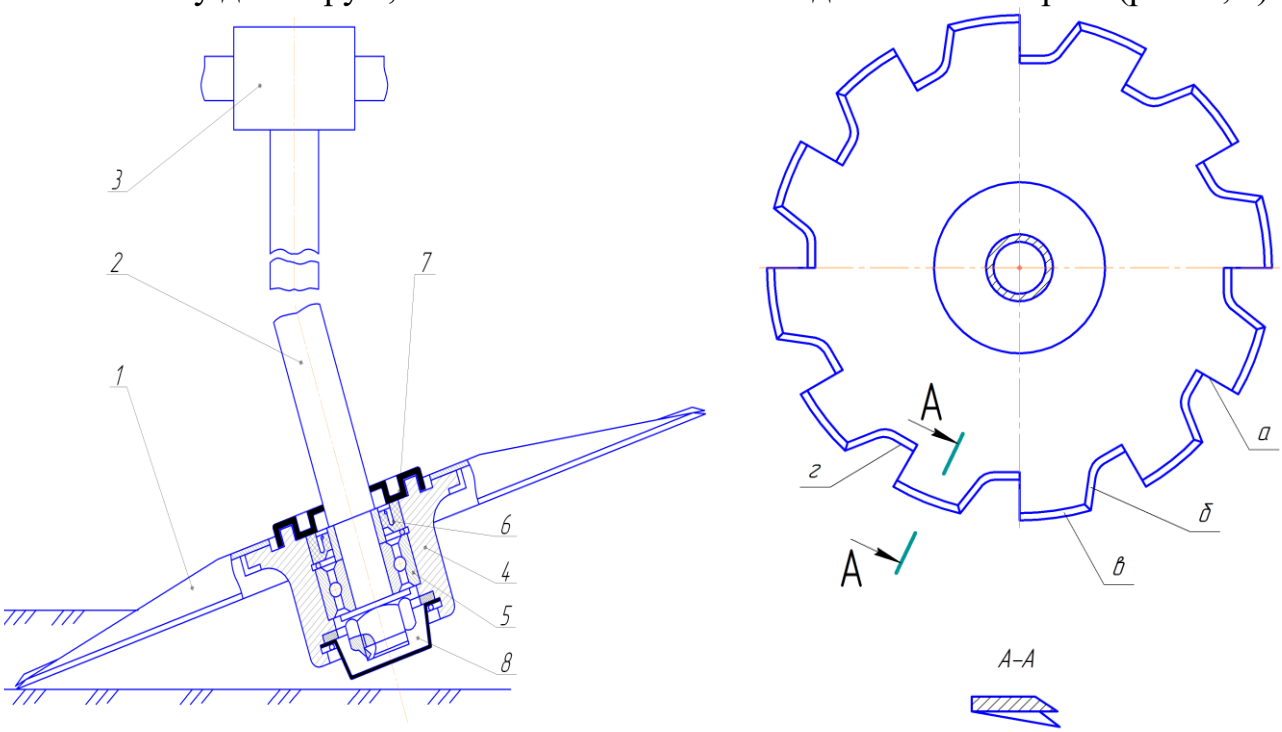
НОВИЙ ГРУНТООБРОБНИЙ РОБОЧИЙ ОРГАН

В. А. ДЕЙКУН, к.т.н., доцент,
Д. С. НЄДЄЛЬСЬКИЙ, студент,
Центральноукраїнський національний технічний університет
e-mail: viktor.deikyn@gmail.com, dimanedelya9642@gmail.com

Розпушувальні лапи для поверхневого обробітку грунту відомі. Вони мають різну форму, різні параметри, призначені для різних функцій. Основним їх недоліком є нерухомі або малорухомі леза, які в процесі роботи швидко затуплюються і втрачають необхідні якості для ефективної роботи. Іншим їх недоліком є те, що леза забиваються рослинними рештками і теж погіршують якісні показники роботи, підвищують енерговитрати на процеси рихлення грунту.

Дисковий розпушувальний робочий орган (рис. 1) складається з дискової лапи 1, яка має конусоподібну форму, встановленої під гострим кутом до напрямку руху. Диск 1 прикріплений до криволінійного стояка 2, який в свою чергу закріплений до кронштейна 3 на рамі. Для зменшення тертя при обертанні корпус 4 лапи 1 встановлений на шарикопідшипнику 5, який захищений від попадання пилу сальником 6 та пилевловлювачем 7. Знизу порожнина корпуса 4 закрита від попадання пилу ковпаком 8.

Диск 1 (рис. 1, б) на зовнішньому контурі має зуби, виконані у формі трапецій з правими ***а*** радіальними та лівими ***б*** бічними сторонами. Зуби по зовнішньому діаметру ***в***, лівим боковинам ***б*** та впадинам ***г*** загострені (рис. 1, а).



а) б)

Рис. 1. Схема дискового розпушувального робочого органу:
а – загальний вигляд; *б* – розпушувальний диск.

Працює розпушувальний робочий орган так.

При русі машини за рахунок різного опору грунту на ліву та праву частини диска останній вільно обертається навколо вісі стояка. Більший опір на праву частину лапи виникає через те, що права боковина зубів лапи незагострена, а самі зуби попарно відігнуті вверх і вниз. І навпаки, ліва частина лапи менше опирається тиску грунту через те, що передні ліві леза зубів загострені.

Таке обертання диска значно зменшує витрати енергії на рух його в грунті та на процес розпушення, покращує якість обробітку і, головне, – при попаданні бур'янів на зуби диска вони при обертанні легко скидаються з диска після його подальшого повороту. При цьому підвищується також надійність та довговічність роботи розпушувальної лапи завдяки збільшенню загальної суми довжин її лез.

Підвищення ефективності та ступеню обертання дисків забезпечують нахилом його вправо відносно напрямку руху під деяким кутом, що зменшує дію грунту (тобто і зусилля) на ліву частину диска і збільшує дію на праву частину диска.

Запропонована конструкція ґрунтообробного робочого органу в порівнянні з існуючими має такі переваги:

1. Завдяки вільному обертанню робочий орган забезпечує зниження енергоємності процесу рихлення.

2. Значно зменшується можливість забивання робочих органів рослинними рештками.

3. Завдяки конічній формі диска підвищується його надійність в роботі

4. Підвищується довговічність гостроти зубів органа завдяки збільшенню їх загальної довжини.

Технічне рішення захищено патентом України на корисну модель.

УДК 631.3

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ТА ФАКТОРІВ НА ПРОЦЕС ОБМОЛОТУ І СЕПАРАЦІЇ

О. М. ГРИЦАКА кандидат технічних наук
Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» НААН України
E-mail: sgricaka@ukr.net

Фактори, які мають найбільший вплив на процес обмолоту і сепарації: швидкість (інтенсивність) ударів, час знаходження (експозиція), кількість ударів, що зазнає хлібна маса в робочому зазорі між барабаном та декою.

Встановлена залежність, що D, кількість бичів, z кутова швидкість барабана, має значний вплив на процес обмолоту та сепарації МСП.

При обертанні з кутовою швидкістю ω бичі барабана завдають ударів по хлібній масі, яка знаходиться в зазорі між барабаном та підбарабанням з кутом охоплення α, що стає причиною обмолоту і сепарації зерна в МСП.

Процес обмолоту та сепарації зерна в МСП залежить у першу чергу від кількість ударів, що зазнає зерновий матеріал під час обмолоту в молотильному зазорі і є функцією часу та залежить від положення порції на поверхні підбарабання (довжини підбарабання), швидкості руху маси в молотильному зазорі, кутової швидкості обертання, радіуса барабана та кількості бичів.

$$\frac{dn_{уд}}{dl} = f(l, V_M, D, z). \quad (1)$$

Для визначення кількості ударів, яка зазнає зерновий матеріал за час руху на ділянці підбарабання *dl* в молотильному зазорі, розглянемо порцію хлібної маси, що знаходиться на відстані *l* від початку підбарабання та рухається зі швидкістю V_M (рис. 1).

За час *dt* маса пройде відстань *dl*:

$$dl = V_M(t) \cdot dt. \quad (2)$$

Відстань L, яку проходить маса в молотильному зазорі, можна визначити із залежності:

$$L = f(t) = \int_0^{t_1} V_{\text{M}}(t) \cdot dt. \quad (3)$$

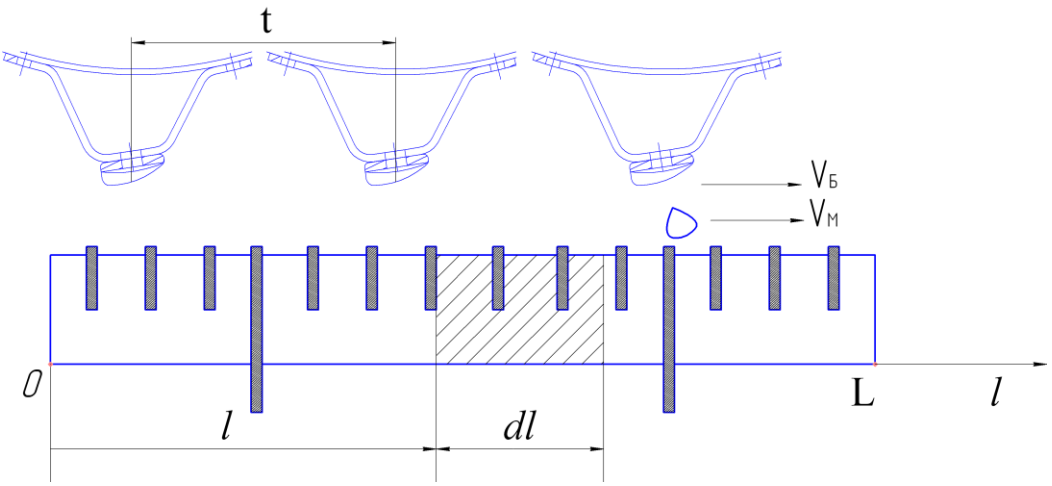


Рис. 1. Схема до визначення кількості ударів бичів барабана по порції хлібної маси

У той же час маса зазнає дії (ударів) бичів молотильного барабана.

$$\frac{dn_{уд}}{dt} = \frac{\left(\omega \cdot \frac{D}{2} - V_M\right) \cdot z}{\pi \cdot D}, \quad (4)$$

де ω – кутова швидкість обертання барабана, рад/с; z – кількість бичів; D – діаметр барабана, м.

Зазвичай параметром, що визначає інтенсивність обмолоту хлібної маси, приймають кутову швидкість молотильного барабана, що визначається:

$$V_Б = \omega_Б \cdot \frac{D}{2}. \quad (5)$$

Кількість ударів бичів, що зазнає хлібна маси за час руху на ділянці *dl*:

$$\frac{dn_{уд}}{dt} = \frac{(V_Б - V_м)}{\pi} \cdot \frac{z}{D}. \quad (6)$$

Провівши аналіз конструкцій МСП різних зернових комбайнів, нами було встановлено, що між значеннями (кількості бичів молотильного барабана і радіусом барабана) існує певна кореляція (Таблиця 1).

Тобто, співвідношення D барабанна до кількості бичів z, $K_Б$, що буде характеризувати конструкційні особливості барабана:

$$K_Б = \frac{D}{z}. \quad (7)$$

Ураховуючи швидкість руху хлібної маси в робочому зазорі між барабаном і декою, отримаємо:

$$dt = \frac{dl}{V_M}. \quad (8)$$

Зробивши припущення, що швидкість руху маси в молотильному зазорі збільшується пропорційно довжині підбарабання [1], можна записати:

$$V_M = V_0 + \frac{V_{ВИХ} - V_0}{L} \cdot l \quad (9)$$

де V_0 – швидкість маси на вході в зазор молотильного барабана, м/с;

L – довжина решітки підбарабання, м;

$V_{ВИХ}$ – швидкість маси на виході з молотильного барабана, м/с.

Із врахуванням коефіцієнтів співвідношення D, барабана $K_Б$, до кількості бичів кількість ударів, що зазнає хлібна маса на ділянці підбарабання:

$$\frac{dn_{уд}}{dl} = \frac{(V_Б - V_М)}{\pi \cdot V_М \cdot K_Б}. \quad (10)$$

Процес сепарації розглянемо в залежності від довжини підбарабання, визначаючи частку зерна, що залишається в хлібній масі за довжиною підбарабання, який можна описати експоненційними залежностями: $Y = e^{-c \cdot l}$ [2]. На коефіцієнт сепарації, що входить у дану залежність, впливають багато факторів: вид культури, конструкційно-технологічні параметри та режимів роботи МСП тощо. Зазвичай його визначають експериментальним шляхом.

Список використаних джерел

1. Липкович Э.И., Трибулин Е.И., Маслов Г.Г. Технология уборки зерновых культур с совмещением послеуборочных операций. *Тракторы и сельхозмашины*. 2010. №12. С. 48 – 49.

2. Ломакин С.Г. Зерноуборочные комбайны. *Аграрное обозрение*. 2010. №3. С. 22 – 31.

3. Грицака О.М. Теоретичні дослідження процесів обмолоту та сепарації хлібної маси молотильно-сепарувальним пристроєм. *Механізація та електрифікація сільського господарства* / ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2020. Вип. № 12 (111). С. 60–66.

УДК 631.356.22

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ДООБРІЗЧИКА ГИЧКИ КОРЕНЕПЛОДІВ

В.М. БАРАНОВСЬКИЙ, доктор технічних наук, професор
Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя
В.В. ТЕСЛЮК, доктор сільськогосподарських наук, професор,
В.В. ЗВЕДЕНЮК, студент магістратури
Національний університет біоресурсів і природокористування України
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 грунтових умовах [1].

Для підвищення показників якості збирання гички коренеплодів запропоновано удосконалені 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].

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 грунтових умовах до 8…12%.

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.

Гичкозрізувальний пристрій складається з рами 1, на якій за допомогою паралелограмної підвіски 2 змонтовані гребінчастий копір 3 і ніж 4, що встановлений на вісі 5, а рухи його обмежені упорами 6. До паралелограмної підвіски 2 пластинкою 7 прикріплена пружина 8, відігнуті кінці якої з’єднані з ножем 4.

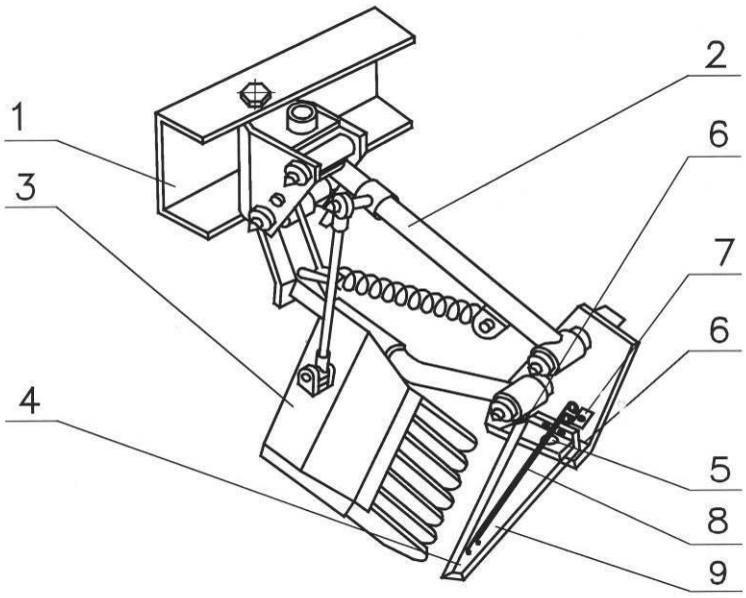


Рис. 1. Конструктивна схема гичкозрізувального пристрою з підпружиненим ножем: 1 – рама; 2 – паралелограмна підвіска; 3 – гребінчастий копір; 4 – ніж; 5 – вісь обертання; 6 – упори; 7 – пластинка; 8 – пружина; 9 – ніж

При русі гичкозрізувального пристрою по рядках цукрових буряків, з попередньо високо обрізаною гичкою на одному рівні від поверхні грунту гребінчастий копір 3 наїжджає на головки коренеплодів, копіює їх і за допомогою паралеграмної підвіски 2 передає ці рухи ножу 4. В процесі зрізання

головок коренеплодів з залишками гички ніж 4 відхиляється на вісі 5 до упора 6, виконуючи різання з ковзанням. Після зрізання головки коренеплоду ніж 4 повертається в попереднє положення пружиною 8.

Гичкозрізувальний пристрій з такою конструкцією ножа 4, що дозволяє виконувати різання головок коренеплодів з просковзуванням їх вздовж леза ножа 4 виконує цей процес значно "м'якіше" ніж "жорстким" ножем рубленням і дозволяє покращити якість зрізуваної поверхні коренеплоду, отримуючи меншу кількість зколів.

Відмінності процесу різання дисковим ножем від процесу різання плоским ножем полягають в тому, що:

- на відміну від різання дисковим ножем, під час різання плоским ножем не відбувається зміни кута між площиною леза та напрямку руху машини;
- плоский ніж встановлюється паралельно з горизонтом, а дисковий під певним кутом;
- на відміну від дискового ножа, в плоского ножа напрям всіх складових зусилля різання у будь-який точці леза залишається незмінним.

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 розробленого дообрізчика залишків гички на головках коренеплодів дозволить знизити затрати праці за рахунок підвищення ступення дообрізки залишків гички.

Список використаних 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. – № u 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 631.263 (075.8)

ОБГРУНТУВАННЯ РОБОТИ КОРЕНЕБУЛЬБОМИЙНОЇ МАШИНИ

М. І. ІКАЛЬЧИК, кандидат технічних наук, доцент
ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»
В. В. ТЕСЛЮК, доктор сільськогосподарських наук, професор,
Т. В. КАСЯНЧУК, студент
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: vtesluk@ukr.net

Встановлено, що наявність ґрунтових забруднень у кормах, особливо у коренебульбоплодах, призводить до накопичення у кишковику тварин значної кількості землі і викликає серйозні захворювання. Разом із землею можуть потрапити і добрива, що може спричинити отруєння [1]. У переробній промисловості, при переробці картоплі у крохмаль з використанням некрохмальних компонентів картопляних бульб на корм тваринам, необхідно ретельно відділяти від картоплі сторонні домішки, частинки ґрунту, піску. Останні при переробці можуть потрапити у крохмаль і погіршити його якість,

У відповідності з вимогами до очищення коренів [2] домішки землі у продукту не повинні перевищувати 1…2%, піску відповідно 0,3…1,0%, металеві домішки розміром до 2мм з незагостреними краями – 30мг на 1кг корму, насіння отруйних трав – 0,25%. В.М. Комков, к.е.н., доцент, Сумського НАУ визначив залежності показників оптимальної продуктивності мийок коренів для різних умов виробництва з урахуванням зоотехнічних вимог [3].

Дослідження процесу переміщення внутрішньою поверхнею циліндра, що обертається, коренебульбоплодів і розробка на основі отриманих результатів конструкції коренебульбомийної машини барабанного типу з обґрунтуванням її основних конструктивних параметрів і режимів роботи.

Відповідно до поставленої мети і проведеного аналізу конструкцій коренебульбомийок і огляду результатів теоретичних досліджень пропонується коренебульбомийна машина з робочим органом виконаним у вигляді циліндра розділеного на секції. При цьому істотно збільшується інтенсивність дії води і робочої поверхні циліндра на коренебульбоплід, що підвищує якість миття [4].

Відсутність вала в середині циліндра дозволить запобігти ударам коренебульбоплодам об вал під час миття і відповідно зменшить ймовірність пошкоджень бульб, а внутрішня поверхня має здатність транспортувати розміщену грунтову масу до вихідного (консольного) кінця кожної секції циліндра і скидати її в проміжки між ними у ванну.

Щоб запобігти налипанню грунту на поверхні циліндра, пропонується кожній секції мийного робочого органу надати різностороннє обертання.

Найбільш перспективним напрямком розробки мийного робочого органу є напрямок удосконалення барабанної коренебульбомийки, зокрема застосування барабана розділеного на секції, при цьому суміжні секції повинні обертатись в різні сторони.

З метою забезпечення контакту коренебульбоплодів з внутрішньою поверхнею циліндра тільки в першому квадраті, необхідно на ній встановити спеціальні Г-подібні лопатки.

Список використаних джерел

1. Шведик М.С. Проектування машин і обладнання для механізації тваринництва-2004. Луцьк.
2. Завражнов А.И. Механизация приготовления и хранения кормов / А.И. Завражнов, Д.И. Николаев - М.: «Агропромиздат», 1990. - 336с.
3. Ревенко І.І. Машини та обладнання для тваринництва / І.І. Ревенко, М.В. Брагинець, В.І. Ребенко - К.: Кондор, 2009. - 731с.
4. Удосконалення експлуатації машин і обладнання тваринницьких ферм та комплексів/ [Г. М. Кукта, В.П. Гейфман, В.І. Дешко та ін.] К.: Урожай, 1989. - 224с.

УДК 631.333

ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПНЕВМАТЧНОЇ ВИСІВНОЇ СИСТЕМИ МАШИН ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

В. Б. ОНИЩЕНКО, доцент, к.т.н.,
Б. В. ОНИЩЕНКО, к.т.н.,
О. В. ІЩЕНКО, студент магістратури
НУБіП УКРАЇНИ
О. В. АДАМЧУК,
ННЦ ІМЕСГ НААН України

В Україні було зроблено ряд спроб створити машини для внесення туків із застосуванням штангових пневматичних висівних систем, але вони мали ряд суттєвих недоліків і тому не знайшли широкого застосування у сільськогосподарському виробництві.

Машини РУМ-5-03 були створені на базі серійних машин РУМ-5 і мали високий рівень уніфікації з останніми. Однак встановлення завантажувальних горловин ежекторів під випускним вікном бункера перпендикулярно до осі машини обмежувало їх кількість і розміри. В результаті цього, у них мало місце зависання добрив, що призводило до порушення технологічного процесу. Цей недолік особливо проявлявся при роботі машини на туках, що мали підвищену вологість.

Вказаний недолік було усунуто при створенні машини ПШ-21,6 шляхом виконання кромки днища бункера за його межами під кутом до осі машини і встановлення під вказаною кромкою завантажувальних горловин ежекторів. Однак таке виконання машини призводить до підвищення її матеріаломісткості, збільшення довжини та ускладненню конструкції [1].

Машина з пневматичною висівною системою для внесення мінеральних добрив містить кузов 4 (рис. 1), встановлений на рамі 7, днище 3 якого охоплює перфорований живильник 2, котрий включає планково-прутковий тяговий орган, змонтований на двох валах 11. Над верхньою ланкою живильника 2 встановлена регулювальна заслінка 1 для зміни дози внесення туків, а під його нижньою ланкою закріплений жолоб 6, один кінець якого огинає вал 11, а зріз (край) 10 його протилежного кінця виконаний під гострим кутом до повздовжньої осі кузова 4. На рамі 7 встановлено джерело стиснутого повітря 5, наприклад, відцентровий вентилятор, до якого через повітропровід 12 приєднано матеріалопроводи 14 різної довжини (рис. 2), котрі обладнано ежекторами 9 з лійками 8, що розміщені біля обрізу 10 жолоба 6. Матеріалопроводи 14 розміщені під нижньою ланкою живильника 2, спрямовані упоперек повздовжньої осі кузова 4, а їх вихідні кінці обладнані розсіювачами 13 аеросуміші.

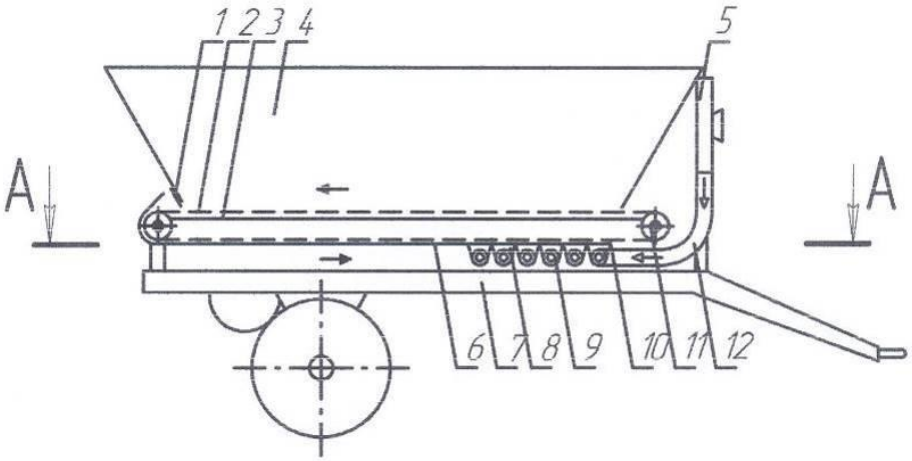


Рис.1. Функціональна схема удосконаленої машини

Під час роботи пневматичної машини завантажені туки виносяться, у відрегульованій заслінкою 1 дозі, верхньою ланкою живильника 2 із кузова 4 і подаються на жолоб 6, по якому транспортуються нижньою ланкою живильника 2 у зворотньому напрямку. Стиснуте повітря від джерела 5 через повітропровід 12 поступає в матеріалопроводи 14, за ежекторами 9 рухається повітряний потік. Туки, які транспортуються по жолобу 6, при проходженні його зрізу 10 просіваються крізь перфорації (міжпрутковий простір) нижньої ланки живильника 2 в лійки 8, через які поступають в ежектори 9. В останніх туки змішуються з повітряним потоком, і утворена аеросуміш транспортується по матеріалопроводах 14(рис. 2), до розсіювачів 13, якими потік розсівається і

у вигляді віяла викидається в атмосферу. Під дією одержаної кінетичної енергії і сили земного тяжіння туки, які перейшли у вільний політ, розсіваються і осідають на поверхню грунту.

А - А

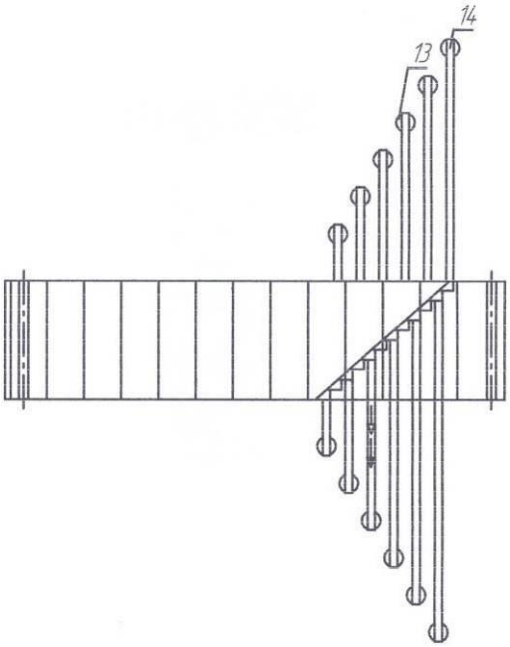


Рис. 2. Функціональна схема удосконаленої машини

Завдяки виконанню матеріалопроводів 14 різної довжини і установці розсіювачів 13 з постійним кроком досягається якісне внесення туків за робочою шириною захвата машини.

Вище описана машина має відмінні конструктивні ознаки, які дозволяють отримати позитивний ефект.

Список використаних джерел

1. Адамчук В.В. Обгрунтування моделі внесення мінеральних добрив // В зб.: Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха.- ННЦ „ІМЕСГ” , -2002. Вип. 86.- с. 90-99.

2.Адамчук В.В. Підсумки створення технологічних комплексів для застосування твердих мінеральних добрив і хіммеліорантів //Техніка АПК.- 2000.-№3.- С.10-12.

УДК 631.352

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ПЛОСКОНОЖЕВИХ ПОДРІБНЮЮЧИХ БАРАБАНІВ КОРМОЗБИРАЛЬНИХ МАШИН

В. Б. ОНИЩЕНКО, доцент, к.т.н.,
В. О. ШУЛЬГА, студент магістратури
НУБіП УКРАЇНИ.
В. Ф. КУЗЬМЕНКО, с.н.с., к.т.н.,
ННЦ ІМЕСГ НААН України

Відомі кормозбиральні комбайни закордонних фірм оснащують плосконожевими барабанами, що мають ширину не більше 600 мм. Така незначна ширина барабана обумовлена не прагненням обмежити пропускну здатність комбайна відносно невисокими показниками, а умовами, що лімітують довжину ножів ціх барабанів.

Діапазон зміни таких параметрів по довжині (осі х на рис 1) ножа, як β, $\alpha_{кр}$, $l_{ф}$, і переднього кута φ значний і тому обов'язково вимагає обґрунтованого вибору вихідних параметрів α_0 і $\varphi_0 = 90^0 - \beta_0$, щоб обмежити одержувані при обробці барабана по циліндру значення β_x у межах, припустимих з погляду раціональності процесу різання, і φ_x з погляду викидаючого ефекту ножа.

Закономірності зміни наведених параметрів, обумовлених виразами з підстановкою значення $z = R_б \cos\beta_0$, мають вигляд:

$$\beta_x = \arccos\frac{R_б \cos\beta_0 - xtg\alpha_0}{R_б}; \quad (1)$$

$$\varphi_x = 90^0 - \beta_x; \quad (2)$$

$$\alpha_{крх} = arctg\frac{tg\alpha_0}{\sqrt{1-(\frac{R_б \cos\beta_0 - xtg\alpha_0}{R_б})^2}}, \quad (3)$$

Тобто є функціями х. Граничне значення х дорівнює довжині $l_н$ ножа ($\lim x = l_н$).

Довжина барабана визначає ширину l_2 горловини комбайна, у той час як її висота $h_н$ залежить від максимально припустимої товщини шару рослинного матеріалу, що перерізає.

Площа горловини $F_г = l_г h_г$ є одним з найбільш важливих параметрів, що визначає пропускну здатність комбайна. Звідси й прагнення збільшити в можливих межах площу горловини, що простіше здійснюється за рахунок

збільшення ширини. Однак, як відзначено вище, ширина горловини лімітована довжиною ножів. Не збільшуючи довжину ножів понад припустимий, можна збільшити довжину барабана лише шляхом виготовлення його багатосекційним (наприклад, двосекційним довжиною 1000 мм при довжині ножів усього лише 500 мм).

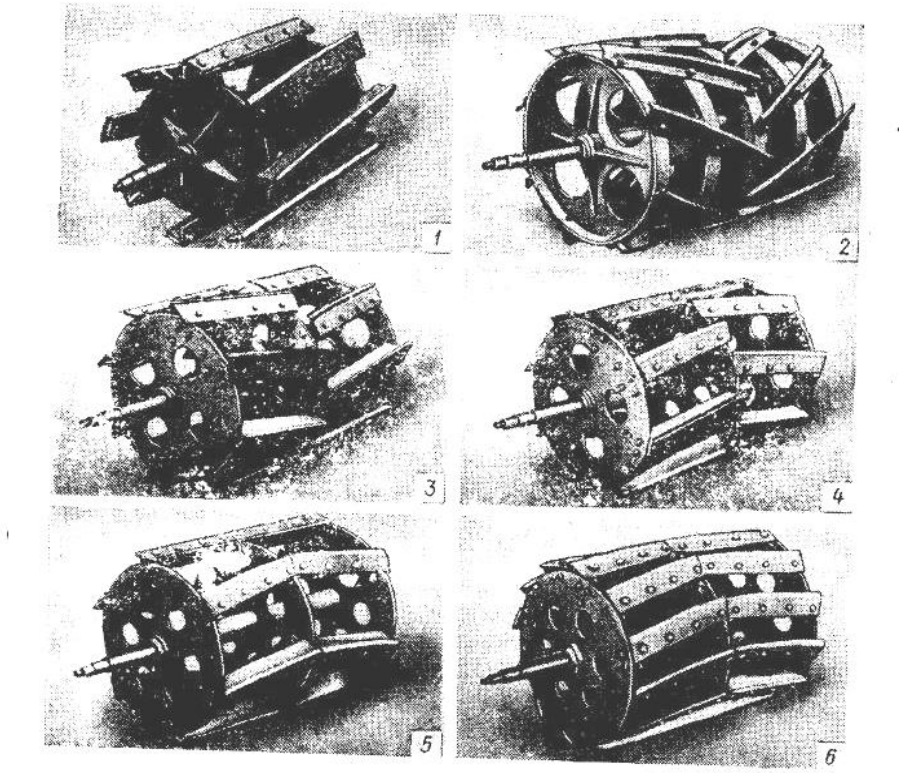


Рис. 1. Двосекційні ножеві барабани

Від взаємного розташування ножів разом з підножевими балками багатосекційному барабані залежить характер створюваного їм повітряного потоку й напрямок викидання здрібненого матеріалу. Можуть бути випадки, коли розташування ножів таке, що барабан не в змозі задовільно транспортувати матеріал і силосолровід комбайна систематично забивається.

Для вишукування й обґрунтування раціонального розподілу ножів на барабані з погляду виконання ними процесу різання й викидання подрібненого матеріалу проаналізовано шість варіантів різних конструкцій под-рібнюючи барабанів (рис.1) стосовно до горловини перспективного високопродуктивного кормозбирального комбайна із площею перетину $F_г = 1 \cdot 0{,}17 = 0{,}17 м^2$ і пропускною здатністю 50-55 кг/с.

Дослідження плосконожевих барабанів показали, що у двосекційних барабанах можна досягти значно меншої питомої енергоємності процесу здрібнювання рослинного матеріалу завдяки дотриманню діапазону кутів заточення ножів по довжині в раціональних межах. Установлено, що питома енергоємність здрібнювання матеріалу односекційним барабаном переви-щує питому енергоємність двосекційних барабанів в 1,2—1,3 разів, тому з погляду

енергоємності процесу різання доцільним є використання в плос-коножевих подрібнюючих барабанах щодо коротких ножів.

Як визначалося вище, найбільш ефективним засобом підвищення пропускної здатності подрібнюючого апарата є збільшення довжини барабана. Однак при цьому завдання ускладнюється труднощами звуження потоку подрібненого матеріалу в силосопроводі, тому для підвищення пропускної здатності подрібнюючого апарата необхідно крім збільшення робочої довжини барабана створювати орієнтований потік здрібненого матеріалу в перехідній частині силосопропода.

Список використаних джерел

1. Ерохин М.Н., Белов М.И., Судник Ю.А. Модель и экспериментальное исследование ротационного режущего аппарата // Тракторы и с.-х. машины, 2003, №12 с. 31-34.

2. Войтюк Д.Г. та ін.. Сільськогосподарські і меліоративні машини; 2015р. НУБіП України.

УДК 631.358

АКТУАЛЬНІСТЬ ОДНОЧАСНОГО БРАННЯ І ОБЧІСУВАННЯ СТЕБЕЛ ЛЬОНУ

С. М. ЮХИМЧУК, аспірант
М. М. ТОЛСТУШКО, кандидат технічних наук, доцент
С. Ф. ЮХИМЧУК, кандидат технічних наук, доцент
Луцький національний технічний університет
E-mail: uyhimchyksveta@gmail.com, tmmtno@gmail.com, Sergei-71@ukr.net

Існуючі льонозбиральні машини виконують операції брання стебел, або брання стебел і обчісування насіннєвих коробочок з їх завантаженням в бункер чи транспортний засіб, і розстилання стебел у вигляді стрічки на льоновище. У цих машинах використовуються бральні апарати різних конструкцій. Найпоширеніші пасові бральні апарати містять декілька пар безкінечних плоских пасів, суміжні вітки яких притискаються одна до другої роликами і утворюють так звані бральні рівчаки. Можливі також поєднання плоского брального паса і обгумованого шківа. Розрізняють прямолінійні і криволінійні бральні рівчаки. В залежності від напрямку брального рівчаків відносно руху машини брання стебел льону відбувається в поздовжній або поперечній площинах.

Для обчісування насіннєвих коробочок витягнуті з ґрунту стебла спрямовуються на затискний транспортер, навпроти якого розміщується

обчісувальний апарат. Як результат льонозбиральні машини мають доволі габаритні конструкції.

Також виходить, що стебла затискаються між пасами у бральному апараті, коли витягуються з ґрунту, і в затискному транспортері, коли відбувається обчісування насіннєвих коробочок. Під час брання паси сприймають навантаження зі сторони кореневої частини стебел льону, а при обчісуванні – з верхівкової сторони стебел. Тому напрошується думка, що якщо затиснуті стебла одночасно будуть витягуватись з ґрунту і обчісуватись, то зусиллю на брання стебла буде протидіяти зусилля на відрив насіннєвих коробочок. Це дасть змогу зменшити навантаження на паси, між якими затиснуті стебла льону.

Поєднати операції брання і обчісування, коли стебла затиснуті в бральному апараті, на існуючих поздовжніх і поперечних криволінійних бральних рівчаках не було конструктивно можливим.

У запропонованій нами конструкції брального апарату [1] із поперечними прямолінійними бральними рівчаками це можливо. Для цього необхідно розробити конструкцію обчісувального апарата, який би обчісував стебла льону в кожному бральному рівчаку, коли вони затиснуті між бральним пасом і бральними пластинами.

Це дасть можливість зменшити габарити льонозбиральної машини та зменшити навантаження на її бральний апарат.

Список використаних джерел

1. Юхимчук С.М. Обґрунтування довжини бральної пластини льонобралки / С.М. Юхимчук, М.М. Толстушко, С.Ф. Юхимчук // Збірник тез доповідей VII Міжнар. наук.-техн. конф. “Крамаровські читання” з нагоди 113-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, члена-кореспондента ВАСГНІЛ, віце-президента УАСГН Крамарова В.С. (1906-1987), 20-21 лютого 2020р. – К.: НУБіП України, 2020. – С. 214 – 215.

УДК 631.363.2:633.521

АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ РОБОТИ ПІДБИРАЧІВ СТРІЧКИ СТЕБЕЛ ЛЬОНУ

О. О. ЧАЙКА, аспірант
Н. О. ТОЛСТУШКО, кандидат технічних наук, доцент
Луцький національний технічний університет
E-mail: tmmtno@gmail.com

Льонарство – стратегічно важлива галузь сільського господарства, оскільки лляна продукція має унікальні властивості та використовується в різних сферах.

У сучасних технологіях збирання льону передбачено операцію підбирання стрічок стебел льону з поверхні льоновища. Для виконання такої операції льонозбиральні машини обладнані підбирачем, який повинен забезпечувати надійну та якісну роботу в складних умовах.

Роботу підбирачів досліджували багато вчених [1-3], але й сьогодні актуальними є дослідження з метою поліпшення якості підбирання стеблової стрічки льону на підставі розроблення нових і вдосконалення відомих конструкцій підбирачів льонозбиральних машин та обґрунтування їх параметрів і режимів роботи.

Відомі результати досліджень не дають можливості системно оцінити вплив важливих характеристик льоновища, стеблової стрічки льону та режимів роботи і параметрів робочих органів підбирачів льонозбиральних машин на виконання процесу підбирання стрічки стебел льону. Недостатньо дослідженим є явище відривання стеблової стрічки льону робочими органами підбирачів від поверхні льоновища, особливо у важких умовах збирання через проростання трави і бур’янів.

Актуальними на сьогодні є завдання дослідження взаємодії робочих органів підбирачів льонозбиральних машин зі стебловою стрічкою льону під час її відривання від поверхні льоновища, транспортування, підрівнювання і передавання до наступних робочих органів машини.

На підставі висновків, які отримані в результаті аналізу відомих досліджень роботи підбирачів стрічки стебел льону, сформульовано завдання наукової роботи.

Список використаних джерел

1. Толстушко Н. О., Хайліс Г. А., Толстушко М. М. Рулонні прес-підбирачі : монографія. Луцьк : ІВВ Луцького НТУ, 2018. 164 с.

2. Шейченко В. О., Хайліс Г. А. Теорія і розрахунок апаратів для підбирання та обертання : монографія. Ніжин : Видавець ПП Лисенко М.М., 2014. 240 с.

3. Хайлис Г.А. Теория льноуборочных машин. Москва: Росинформагротех, 2011. 322 с.

УДК 631.3 + 631.5/.559 : 633.17

АНАЛІЗ ВИРОБНИЦТВА СОРГО В УКРАЇНІ: ХАРАКТЕРИСТИКА КУЛЬТУРИ, ПОСІВНІ ПЛОЩІ, ВРОЖАЙНІСТЬ, ТЕХНОЛОГІЇ ЗБИРАННЯ

А. В. НОВИЦЬКИЙ, кандидат технічних наук, доцент,
А. В. РУБАНКА, студент магістратури
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: Novytskyy@nubip.edu.ua, albert.rubanka@gmail.com

Одне з основних завдань, що стоять перед виробниками аграрної продукції України, є завдання вирішення продовольчою незалежності країни. Вирішення вказаної задачі багато в чому визначаються виробництвом кормових і продовольчих культур, що забезпечують високі врожаї в різних регіонах країни, в тому числі в зонах з недостатньо точним зволоженням. Однією з таких культур є сорго.

Со́рго – рід одно- та багаторічних рослин родини тонконогових, що охоплює до 50 дикоростучих і культурних видів, поширених переважно у тропічних і субтропічних країнах, з яких кілька видів культивуються людиною [1]. Економічно найважливіший вид - звичайне або цукрове сорго, зерно якого використовують для споживання, на фураж та для переробки на мелясу, крохмаль і спирт. Вказана рослина широко вирощується в Азії, Африці (екваторіальна й південна), Південній і Північній Америці, Європі (на півдні континенту) та Австралії.

Сорго має широкий ареал обробітку і є однією з важливих кормових, продовольчих і технічних культур. Сорго характеризується споживанням малої кількості вологи, здатністю переносити високі температури і властивістю її широкому розповсюдженню.

а

б

Рис. 1. Сорго звичайне: а- загальний вид рослини; б - зерно рослини.

Дана культура посідає п'яте місце після таких культур як пшениця, рис, кукурудза і ячмінь. Батьківщиною сорго є Африка, там вона отримала своє поширення у вигляді великого кількості різновидностей дикорослих форм.

Сорго можна розділити на 4 групи в залежності від призначення і користування. Кожна із груп має свої характерні особливості і відрізняється технологію збирання та обробки.

Зернове сорго. Основною метою його вирощування є отримання крупи і фуражного зерна, які мають високі поживні якості. Сорти цієї групи практично не поступаються рису. Листостеблова маса, яку отримують при високому зрізі волоті одночасно зі збором зерна, використовується в подальшому при закладці пізнього силосу. Рослини зернового сорго низькорослі 0,85 ... 1,5 м, мають короткі волоті довжиною до 0,35 м.

Цукрове сорго знаходить своє застосування в отриманні зеленої маси, трав'яного борошна, силосу, цукру, солодких гранул і етанолу. До даної групи можна віднести підгрупу, що має подвійне використання – на зерно і корм. Рослини цукрового сорго високорослі 2,5 ... 3 м. Довжина волоті порівнянна за розмірами з зерновим сорго і досягає в довжину порядку 0.35 м.

Трав'яниста сорго вирощується для отримання гранул, зеленого корму, сіна, сінажу і трав'янистої муки. Висота рослин досягає близько 1,5 ... 2,0 м.

Віничне сорго знаходить своє застосування як технічна культура. З нього отримують зерно, яке йде на насіння і фураж, а з стебел виробляють господарські товари. Зазначена група відрізняється довгою мітелкою, що має розмір 0,4..0,6 м, а в окремих випадках – 0,9 м. Рослини вінечного сорго можна розділити на низькорослі – 1,1 ... 1,6 м і високорослі – до 2,8 м.

Статистичний аналіз посівних площ та врожайності сорго в Україні (2000 – 2019 рр.) наведено на рис. 2.

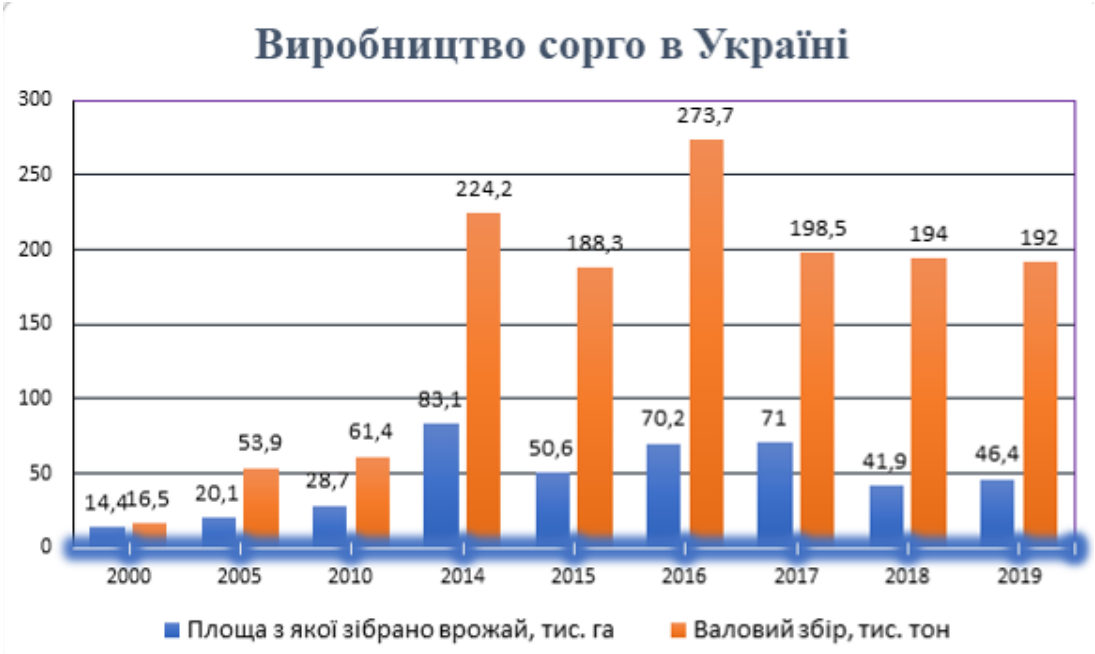


Рис. 2. Статистичний аналіз посівних площ та валового збору сорго в Україні (2000 – 2019 рр.)

За 2019 рік посівні площі сорго в Україні склали 46,4 тис. га, а валовий збір – 192 тисяч тон. З аналізу статистичних даних вирощування сорго в Україні в останні роки можна зробити висновок, що валовий збір зерна цієї культури зростає. У порівнянні з 2015 роком посівні площі сорго скоротились майже на 18%, а валовий збір зріс на 2%.

Тому, виникає необхідність в спеціальній техніці, яка б відповідала всім необхідним вимогам при збиранні даної культури. При вирощуванні зернового сорго, в основному, використовують два способи збирання: роздільний і пряме комбайнування [4].

Роздільний спосіб збирання включає в себе [4]: використання валкової жатки, яка, скошує масу і вкладає їх у валки. Після підсушування валків до вологості 14-16% проводиться їх підбір і обмолот. Перевага зазначеного способу полягає в наступному:

- вирівнюванні по вологості маси врожаю при її обмолоті;
- можливості прибирати поля засміченого бур'янами;
- в більш чистому зерні після його очищення в комбайні;
- у відсутності необхідності в додатковому просушування насіння на стаціонарному пункті.

Пряме комбайнування включає в себе скошування з одночасним обмолотом зернозбиральним комбайном за один його прохід. Зазначений спосіб застосовується, в тих випадках [4]:

- коли на полі відсутні сміттєві рослини;
- при сприятливій погоді і вирівнюванні культури по висоті.

Основна переваги прямого комбайнування – можливість провести збирання за одну операцію, з мінімальними витратами на її проведення.

Список використаних джерел

1. https://uk.wikipedia.org/wiki/Сорго.
2. http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2019/zb/09/Zb_sg_2018%20.pdf.
3. https://ru.wikipedia.org/wiki/Сорго
4. https://mehanik-ua.ru/sbornik-statej/1635-sostoyanie-i-perspektivy-mekhanizatsii-uborki-zernovogo-sorgo.html.

УДК 631.34

КОМБІНОВАНИЙ АГРЕГАТ ДЛЯ ДОГЛЯДУ ЗА ГРУНТОМ В САДАХ

В. М. МАРТИШКО, к.т.н., доцент,
А. О. МОСОРУК , магістр
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Машини для обробітку грунту в садах, зокрема дискові борони обладнані спеціальними причіпними пристроями, які дозволяють агрегатувати їх із тракторами з виносом в бік ряду до 3,5 м.

Винос робочих органів садових дискових борін вбік від поздовжньої осі трактора відбувається за рахунок асиметричного розташування дискових батарей. Тому при багаторічному застосуванні дискових борін в міжряддях саду утворюються підвищення по середині міжрядь і впадин в пристовбурних смугах.

Змінений мікрорельєф грунту міжряддях ускладнює в подальшому обробіток пристовбурних смуг, застосування плодозбиральних та інших машин. В пристовбурній смузі утворюється мікро тераса шириною до 1 м і висотою до 25 см.

Кількість грунту, яку необхідно перемістити із центру міжрядь в пристовбурні смуги можна визначити так: $Q = 5 \times 10^3 h_{cp} \rho (1 – C/B)$, де h_{cp} – середня висота шару, що зрізається, м; ρ – щільність грунту, т/м^3; C – ширина захисної смуги, м; B – ширина міжрядь саду, м.

Встановлено, що вирівнювання грунту можливе двома шляхами: 1) застосування спеціальних машин; 2) використання існуючого комплексу машин з удосконаленням їх конструкцій і відповідній комплектації.

В НДІ садівництва був розроблений комбінований агрегат для весняно-літнього обробітку грунту в садах з міжряддями 6…8 м за один прохід агрегату. На агрегаті бокові секції дискових борін установлені так, що вони зміщують грунт вправо або вліво і таким чином вирівнюють міжряддя.

Агрегат складається: трактора, напівначіпної зчіпки, дискових борін БДТ- 1,3А, садового культиватора. Зчіпка трьохсекційна яка начеплена впоперек трактора і двох бокових секцій, прикріплених до рами за допомогою подвійного шарніра і розтяжки. Наявність шарніра дозволяє боковим секціям копіювати рельєф грунту.

В результаті польових досліджень встановлено, що при використанні комбінованого агрегату техніко-економічні показники покращуються в порівнянні з існуючою технологією з використанням вирівнювачів. Затрати праці зменшуються на 0,49 люд.-год/га, палива – 0,12 ц/га. Ступінь знищення бур’янів складає 96...98 %.

УДК 631.4:31

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІНІМАЛЬНИХ ПОШКОДЖЕНЬ ПЛОДІВ ПІД ЧАС ТРАНСПОРТУВАННІ

В. М. МАРТИШКО, к.т.н., доцент,
О. І. ПАВЛОНЮК, магістр
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Одним з головних джерел забезпечення населення плодами є скорочення втрат продукції садівництва в процесі збирання, транспортування і зберігання. На сьогоднішній день перед вченими і аграріями стоїть важливе завдання в запобіганні втрат сировини, зокрема при транспортуванні.

Важливими чинниками, що впливають на якість продукції, є умови збирання і транспортування врожаю. На етапі збирання на плоди впливають терміни і способи збирання, стан техніки, врожайність і призначення вирощеної продукції. На етапі перевезення – вид і стан транспорту, тара, відстань перевезень, стан доріг і ін.

Зменшення механічних пошкоджень плодів залежать від умов збирання, сортування, пакування та перевезення продукції. При недотриманні умов транспортування, втрати можуть бути досить значними.

Були проведені дослідження впливу швидкості коливань на величину пошкоджень плодів при перевезенні. Як об'єкт дослідження застосовувався тракторно-транспортний агрегат (ТТА) в складі трактора МТЗ-82 і причепа 2ПТС-4. На одному з етапів досліджень визначалася величина пошкоджень яблук в кузові ТТА в залежності від швидкості коливань платформи причепа .

Для отримання основних динамічних характеристик серійного ТТА використовувалася експериментальна установка, що включає два акселерометра, універсальний швидкісний восьмиканальний аналогово-цифровий перетворювач і ноутбук (де сигнали оброблялися пакетом прикладних програмних забезпечень (LabView, ACTest, PowerGraph).

При заповненні контейнера плодами закладалися контрольні яблука в кількості 200 шт., Помічені і чисті від пошкоджень. Контрольні плоди, рівномірно розподілені по всій площі контейнера, розташовували на 3-х рівнях (дно, середина, верх). У кузов причепа встановлювали три контейнери з поміченими плодами: по одному в передній, задній частині платформи і посередині. Після цього кузов повністю завантажували, плоди відвозили в плодосховище і розвантажували

У процесі руху реєстрували максимальні амплітуди коливань швидкості по кожній з узагальнених координат за допомогою акселерометрів, прикріплених до кузова і рами ТЗ. За визначеними амплітудам швидкостей визначали максимальну швидкість коливань кузова. Через 4...5 діб зберігання контейнери з плодами розбирали. Контрольні плоди оглядали, відзначали

характер і ступінь наявних пошкоджень. Оцінка якості плодів проводилася по ГОСТ 21122-75 .

Отримані дані обробляли на персональному комп'ютері. В результаті була побудована графічна залежність впливу швидкості коливань на величину пошкоджень яблук в контейнерах при внутрішньогосподарських перевезеннях (рис. 1).

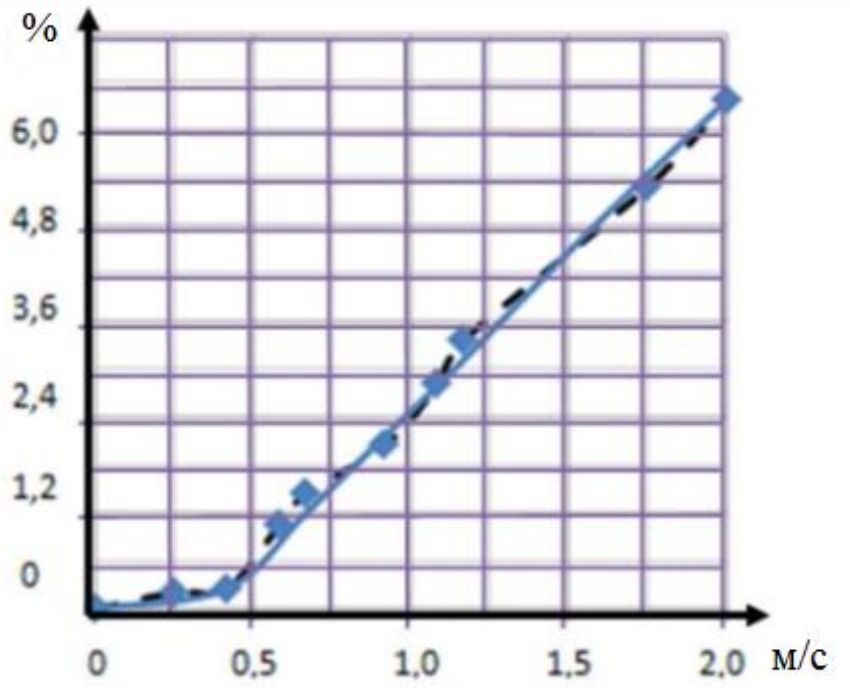


Рис. 1. Вплив швидкості коливань вантажної платформи ТТА на величину пошкоджень яблук при внутрішньогосподарських перевезеннях в контейнерах

В середньому для різних режимів роботи ТТА кількість пошкоджень перевезеної продукції перевищувало агротехнічні вимоги (АТТ) і максимально склало 6,62% (при допустимих 5%).

Важливим резервом скорочення втрат і поліпшення якості плодів є використання сучасної тари.

Кузов ТЗ робить коливання з прискоренням, величина яких досягає 3,5g (g - прискорення вільного падіння), що призводить до пошкодження вантажу. В попередніх дослідженнях нами встановлено, що найбільші навантаження на плоди мають вертикальні коливання коли суттєво зростають динамічні навантаження на плоди. Крім того плоди, що знаходяться в верхньому шарі, отримують прискорення g >9,8 «підскакують» і вдаряються між собою. За результатами експериментів було виявлено, що в найбільш несприятливих умовах перебувають плоди нижнього шару, які сприймають максимальний силовий вплив від кузова транспортного засобу.

Висновок. Для зменшення втрат при транспортуванні плодів, необхідно створювати нові зразків пристроїв для транспортування плодоовочевої продукції, що підвищують її збереженість, є актуальним завданням в сучасних умовах розвитку агропромислового комплексу.

Секція 3 *«Надійність технологічних систем у тваринництві»*

УДК 637.116: 03

СУЧАСНІ ВИКЛИКИ ДО ОБЛАДНАННЯ ЗА ВИРОБНИЦТВА МОЛОКА В УМОВАХ ЄВРОІНТЕГРАЦІЇ

О. О.ЗАБОЛОТЬКО, к.т.н., доцент
А. Л. ГЕРАСИМЧУК, студент магістратури
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: zabolotko@nubip.edu.ua

На сьогодні в Україні діє перехідний період стосовно зміни стандартів на молоко для виробників та наближення його до стандартів ЕС [1]. Це великі агрохолдінги, колективні, товариства, підсобні та фермерські господарства. В Європі для виробників молока діє Регламент європейського парламенту і ради (ЄС) № 853/2004 від 29 квітня 2004 року про встановлення спеціальних гігієнічних правил для харчових продуктів тваринного походження. Де під поняттями «Сире молоко» означає молоко, вироблене шляхом секреції молочної залози тварин, вирощених на фермі, яке не нагрівалося до температури вище 40 °С або не пройшло жодного оброблення, що має еквівалентний ефект [2].

«Господарство (тваринницька ферма) з виробництва молока» означає потужність, на якій утримують одну чи більше тварин, вирощених на фермі, для виробництва молока з метою введення його в обіг як харчового продукту [2].

В Україні, відповідно, з 01.01.2019 р. набрав чинності державний стандарт ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови» - документ, який встановлює вимоги для молока ґатунків «екстра», «вищий» і «перший» [3]. Разом з тим, цим же наказом, скасовано національний стандарт ДСТУ 3662:97 «Молоко коров'яче незбиране. Вимоги при закупівлі». Зміна державних стандартів ставить виклики часу у технічному переоснащенні тваринницьких ферм та приміщень для утримання корів до сучасних вимог. В частині вимог до молока екстра, вищого та першого ґатунків, а в частині вимог до молока другого ґатунку - стандарт буде діяти до 01.01.2020 р. До 1 січня 2020 р. заготівля молока переробними підприємствами для виготовлення харчових продуктів продовжуватиметься. З 1 січня 2020 р. по 1 січня 2022 р. таке молоко продовжуватиме закуплятися, однак вже для виготовлення не харчових продуктів (казеїн та ін.).

Підвищення якості молока від другого ґатунку до першого не вимагає значних витрат та технічного переоснащення. Основою є дотримання гігієни персоналу, самих тварин та обладнання. Обладнання для доїння потрібно застосовувати чисті молочні ємності, дійкову гуму доїльного апарату, яку необхідно мити і дезінфікувати після кожного доїння.

Цей національний стандарт не встановлює обов'язкового дотримання тих його положень, які регулюються нормами Регламенту ЕС - чинного

законодавства у сфері безпечності та якості харчових продуктів. Крім того, наказ взагалі не стосується власників корів, які готують в домашніх умовах харчові продукти з молока з метою приватного домашнього споживання.

Вимоги до фізико-хімічних та мікробіологічних показників молока відповідно до ДСТУ 3662-97, ДСТУ 3662:2018

Показники	Регламент ЄС (№853)*	ДСТУ 3662:2018*			ДСТУ 3662-97 (Україна)			
		Екстра	Вищий	Перший	Екстра	Вищий ґатунок	Перший ґатунок	Другий ґатунок
Загальне бактеріальне обсіменіння, тис/см^3	<100				<100	<300	<500	<3000
(КМАФАМ) тис. КУО/см^3 **		<100	<300	<500				
Кількість соматичних клітин, тис/см^3	<400	<400	<400	<500	<400	<400	<600	<800
Кислотність, °т	-				16-17	16-17	<19	<20
Ступінь чистоти за еталоном	-				I	I	I	II
Масова частка сухих речовин	-				>12,2	>11,8	>11,5	>10,6
Вміст жиру та білку, базис	3.8 - 4.0 % 3.2 -3.4 %				3,4% 3,0%			
Температура замерзання, °С	-0,515				Не контролюється			
Густина, кг/м^3 , не менше	-				1027,0			

*складено за джерелом [2,3]

** Кількість мезофільних аеробних і факультативно- анаеробних мікроорганізмів (КМАФАМ)

Стандарт розроблено з метою встановлення єдиних, адаптованих до норм ЄС вимог щодо безпечності, якості та гігієни при виробництві та введенні в обіг молока, молозива і молочних продуктів з них. В Україна, по регіонах,

виробляється 67-75% молока в підсобних та фермерських господарствах, отже, існує потенціал для експорту молочної продукції.

Таким чином, для забезпечення виробників молока підсобних та фермерських господарств необхідно адаптивне технічне переоснащення засобів для доїння, первинної обробки та його санітарної обробки.

Список використаних джерел

1. Закон України «Про молоко та молочні продукти» Відомості Верховної Ради України (ВВР). - 2004. - № 47. - ст. 513 (Редакція від 05.04.2015) [Електронний ресурс] / режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1870-15.

2. Регламент (ЄС) № 853/2004 Європейського Парламенту і Ради про встановлення спеціальних гігієнічних правил, що підлягають застосуванню до продовольчих товарів тваринного походження від 29 квітня 2004 року [Електронний ресурс] / режим доступу:: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994a99.

3. ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови», наказ Державного підприємства «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ») від 27 червня 2018 р. № 188. [Електронний ресурс] / режим доступу: http://uas.org.ua/ua/services/standartizatsiya/109-2/.

УДК 631.363

МАШИНИ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО ТВАРИННИЦТВА

В. С. ХМЕЛЬОВСЬКИЙ, доц., док. техн. наук,
Д. І. МАЛИГА, бакалавр
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Ефективність галузі тваринництва оцінюється використанням енергетичних, трудових, засвоєнням тратами кормових та інших ресурсів, віднесених до одиниці продукції, що виробляється. Високий рівень розвитку тваринництва досягається при умові реалізації системи раціональних принципів, як всього виробничого циклу, так і окремих його елементів. Важливе завдання полягає в тому, зокрема, щоб забезпечити високоефективне використання кормових ресурсів. Вирішення цього завдання потребує удосконалення технологій і технічних засобів, безпосередньо, при заготівлі та підготовці кормових компонентів до згодовування. Заготівля кормових компонентів повинна відбуватись у стислі агротехнічні строки. Для цієї мети служить широка лінійка машин та обладнання фірми КУН.

Причіпна косарка-плющилка ідеально поєднує високу продуктивність, чистий зріз товстостеблових трав різних кормових культур, з ефективним плющенням, для швидкого підсихання. Широкий вибір плющильних систем дає можливість оптимальної адаптації до плющення стебла і ощадної обробки листя. Важливим елементом у якості сіна є тривалість сушіння. КУН приділяє велику увагу граблям, які мають можливість розстеляти валки сіна по поверхні поля, а після висихання формувати валки для підбирання. Підбирання валків та пакування їх у рулони чи паки забезпечують прес-підбирачі. Для заготівлі сіна використовують прес-підбирачі з функцією подрібнення, що забезпечують величину часток, згідно зоотехнічних вимог, в межах 40-50 мм. Таке рішення дає можливість скоротити площі для зберігання кормів, зводить до мінімуму допоміжні операції, зменшує втрати кормів та забезпечує точність дозування кормів при приготуванні кормової суміші в зимово-стійловий період.

Приготування кормів та роздавання кормової суміші в тваринницьких господарствах здійснюють за допомогою комбінованих кормоприготувальних агрегатів. Машини такого типу мають широкий діапазон за вмістом бункера, при цьому у середині бункера може бути один, два або три турбошнеки. Мобільні комбіновані кормоприготувальні агрегати виконують комплекс операцій пов’язаних із завантаженням, транспортуванням, подрібненням або доподрібненням, змішуванням кормових компонентів та забезпечують дозовану видачу кормової суміші тваринам.

Сучасні кормозаготівельні- і приготувальні машини - це складні в технологічному і технічному відношеннях об’єкти. В зв'язку з відміченим, необхідно обґрунтувати такі структурно-компоновочні рішення машино-енергетичних агрегатів, які б максимально сприяли збереженню і підвищенню ефективності використання поживної цінності кормів.

Реалізація вказаних раціональних принципів - це передумова досягнення максимального обсягу виробництва, а також зниження собівартості вироблюваної тваринницької продукції при наявних запасах кормових ресурсів.

Список використаних джерел

1. www.kuhn.ua.
2. Хмельовський В. С., Потапова С. Є. Технологічні та технічні передумови приготування якісної кормосуміші для ВРХ. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. 2018. Вип. 18. Т. 2. С. 248–256.
3. Хмельовський В. С. Тенденції приготування кормосумішей для корів в умовах тваринницької ферми господарства. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. 2019. Vol. 10. No 1. P. 35–40.
4. Хмельовський В. С. Забезпечення процесів приготування та роздавання кормів для ВРХ на сімейних фермах. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК. 2018. Вип. 297. С. 135–139.

УДК 631.3:636

СПОСОБИ Й ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ЗАТОЧЕННЯ РІЖУЧИХ ПАР

В. І. РЕБЕНКО, к.т.н., доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Підготовку ріжучих пар до роботи (комплектування, заправлення вхідної частини зубів гребінки), діагностику й заточення ножа й гребінки проводить слюсар-заточник. Його професійний рівень (теоретичний і практичний) у більшості випадків змушує бажати кращого. Так, за результатами дослідження, проведеного в декількох господарствах України всі слюсарі-заточники є самоучками, як правило, пенсійного віку й не мають ніякої спеціальної підготовки. У ході співбесіди жоден виконавець не міг пояснити, як правильно підготувати робоче місце (підібрати й раціонально розмістити допоміжне устаткування), зайняти зручне положення стосовно точильного агрегату, правильно розмістити основне й додаткове висвітлення на робочім місці, забезпечити електробезпечні й протипожежні умови для виконання процесу. Внаслідок цього виконавці допускають велику кількість помилок і порушень.

При експедиційній перевірці й обстеженні деяких стригальних пунктів, розміщених у типових і пристосованих будівлях, виявилося, що в жодному з них на робочім місці точильника не було технологічної або маршрутної карти, що визначає правила підготовки використовуваного устаткування, головне, була відсутня інформація про нормативних умови, допущення, особливості процесу заточення, доведення ріжучих пар і безпеки праці самого виконавця.

Змушує бажати кращого також і технічна оснащеність робочого місця заточника, тому що на стригальних пунктах донині переважно використовуються дискові точильні апарати, що випускалися в СРСР із 1961 по 1990 рік. Це апарати із чавунним диском, на поверхню яких наноситься абразивна паста (ТА-1, ДАС-350, ПЗН-60) і точильні апарати зі сталевим диском, на поверхню яких наклеюється наждакове полотно (точильний апарат ВНИИОК).

Перед заточенням ріжучих пар на точильних апаратах ТА-1 або ДАС-350 рекомендується перевірити заточувальної диск на наявність торцевого биття, яке не повинне перевищувати 0,3 мм. Воно може бути викликане неперпендикулярністю осі посадкового отвору диска до його робочої поверхні, деформацією при зберіганні або слабким закріпленням диска на валу. При великім битті якісне заточення ножа й гребінки не представляється можливим. Тримач на підвісі встановлюється так, як показано на рисунку 1, а напрямок обертання диска повинне відповідати напрямку стрілки кутової швидкості ω. Правильним уважається положення тримача, при якім відстань від його штифтів до центру диска при проходженні тримача через центр диска становить 9 мм.

Перебуваючи у вертикальнім положенні, тримач розташовується на рівній відстані від внутрішнього виточення диска і його зовнішнього краю. У цьому випадку вісь тримача перебуває на відстані 105 мм від вертикальної осі диска.

Державка із установленої на ньому гребінкою перебуває на відстані 12 мм від площини заточувального диска й повинен бути їй паралельний.

Перед заточенням ріжучу пару промивають у п'ятивідсотковому розчині каустичної соди або прального порошку, щоб вилучити залишки жиру, поту, волосся, змащення й механічних домішок. Для цієї мети використовують капронові щітки із твердим ворсом. Включають у роботу точильний апарат і наносять м'яким волосяним пензликом або виконаним з мішковини пристосуванням шар наждакової пасти, що полягає зі шліфувального порошку № 8-5 (ГОСТ 3647-59), доведеного до рідкого або тістоподібного стану за допомогою змішування з автотракторним маслом Асп-6 або Асп-10 і гасом.

На великій окружності інтенсивність стирання висока, тому шар пасти наносять по кривої траєкторії (рисунок 1). На іншу ділянку диска паста попадає за рахунок дії відцентрової сили й рисок нарізки диска із кроком 1,75 мм.

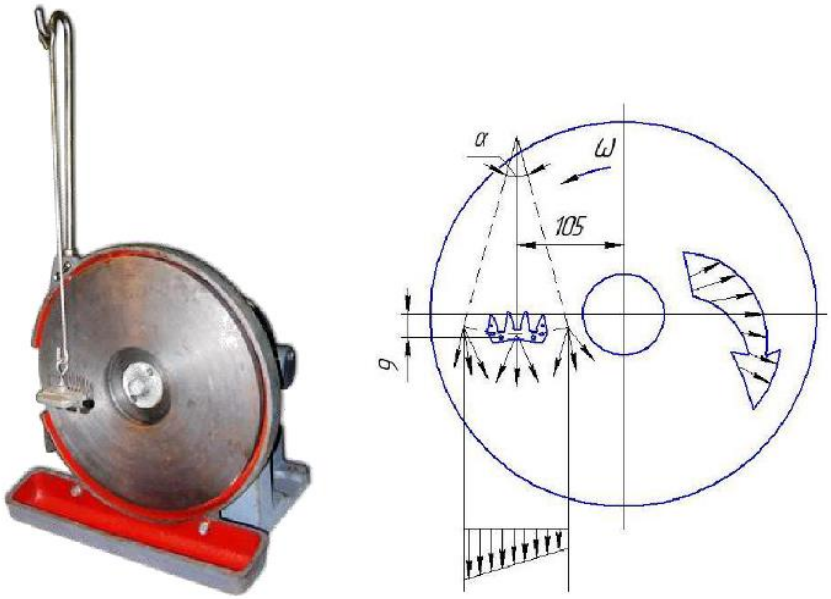


Рис. 1. Точильний апарат ТА-1. Епюра швидкостей диска при заточенні ножа на дисковому апарату

Уводити ніж або гребінку в контакт із заточувальним диском випливає п'ятою, злегка повернувши кінчики зубів на себе, і поступово переводити натискання на всю площину. Деталь переміщається вправо й уліво доти, поки з-під неї не припиниться іскріння. Після цього необхідно знову нанести пасту на диск. Щоб заточення й стирання диска відбувалися більш рівномірно, при переміщенні гребінка повинна виходити на 1,5...2 зуба вліво й вправо за межі робочої поверхні диска. Досвідчений точильник прикладає більші зусилля на ту частину гребінки, яка розташована ближче до центру обертання. Це сприяє

рівномірності зношування гребінки по фронту, збільшенні строку її використання, підвищенню якості стрижки.

Тривалість контакту ножа або гребінки з диском повинна становити не більш 25...30 сек., потім необхідно відвести державку від площини диска. Відвід деталі проводиться у зворотному порядку, тобто спочатку відводять кінчики зубів, а потім увесь ніж (гребінку).

Якісно заточені ріжучі пари не повинні мати слідів (рисок) на робочій поверхні від руху ножа по гребінці. Робоча поверхня повинна бути дзеркальної або злегка матової (коли диск тільки проточений або шліфувальний порошок грубозернистий).

Для візуального контролю якості заточення ніж або гребінку беруть за край і підносять до джерела світла так, щоб світло відбивалося на краях зубів. Якщо заточення зроблене не повністю, то на робочій крайці кожного зуба буде видна біла лінія відбитого світла товщиною у волосся. Якщо ніж або гребінка заточені добре, то цих ліній не видне. Потім деталь бажане поставити на тримач і пригорнути на 1...1,5 секунди до центру робочої поверхні диска.

Для більш якісного заточення необхідно два точильні апарати. На першому проводиться заточення із грубозернистим порошком, а на другому - доведення (використовується дрібнозернистий порошок, до складу пасти додається більше гасу або масла).

У процесі розвитку машинної стрижки овець у нашій країні, поряд з серійними апаратами (ТА-1, ТАД-350, ДАС-350) співробітниками ведучих НДІ були розроблені нові способи заточення й точильні апарати, у конструкції яких були початі спроби виправити основний недолік існуючих - нерівномірність стирання ріжучих крайок зубів ножа й зубів гребінки . Причиною цього недоліку є заточувальної елемент у вигляді диска, який при роботі має різні дотичні швидкості на різних значеннях радіуса (рисунок 1):

$$v = w*R,$$

де v - лінійна швидкість крапки диска, м/с; w – кутова швидкість обертання диска хв$^{-1}$; R –значення величини радіуса диска, мм.

Нерівномірне стирання робочих поверхонь приводить до зменшення повного ресурсу ножа й гребінки по числу можливих заточень.

Такі способи заточення не ввійшли в серійне виробництво через ряд недоліків, очікуваний економічний ефект від їхнього застосування не дозволяв говорити про перспективність використання в сільському господарстві.

Варто звернути увагу, що в закордонних точильних апаратах донині використовується заточувальної елемент у вигляді диска, хоча з моменту впровадження у виробництво їх конструкція перетерпіла деякі зміни (рисунок 2).

Очевидним варіантом усунення нерівномірного стирання є зміна типу заточувального елемента й технологічної схеми заточення, що було реалізовано співробітниками ВНИИОК (рисунок 3) і «Листер».

«KTS grinder»
Heiniger, Швейцарія

«368 Grinder»
Lister, Великобританія

Рис. 2. Закордонні точильні апарати

Ними було запропоновано використовувати технологію заточення за допомогою нескінченного плоского ременя, що забезпечує рівномірне знімання металу з робочих поверхонь ножа й гребінки.

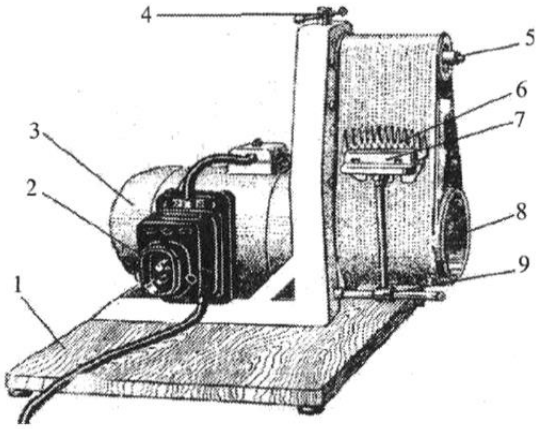


Рис. 3 - Стрічковий точильний апарат:
1 - підстава; 2 - вимикач; 3 - електродвигун; 4 - гвинт натяжного пристрою; 5 - натяжний ролик; 6 - гребінка, що заточується; 7 - державка; 8 - провідний шків; 9 - поворотна втулка стійки державки (на кронштейні)

При заточенні на такому апарату швидкість руху абразивних зерен однакова по всій ширині контакту заточувального ременя з ножем і гребінкою, що сприяє рівномірності стирання робочих поверхонь ріжучої пари по всій площі плями контакту.

Технологія не одержала поширення у зв'язку з невеликим ресурсом і дорожнечею заточувальних ременів, однак промислові й наукові досягнення в області стрічкового шліфування за останні 10 років дозволяють нам припустити можливість економічно й технічно ефективного використання нескінченних абразивних стрічок для заточення ріжучих пар стригальних машинок.

УДК 636.4.09.033:614.94:636.083.3

МІКРОКЛІМАТ ПІД ЧАС РЕКОНСТРУКЦІЇ ПРИМІЩЕННЯ ДЛЯ УТРИМАННЯ ТВАРИН ЗА ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ ПОКРІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

О. О. ЗАБОЛОТЬКО, к.т.н., доцент
І. Я. ЖАРИЙ, студент магістратури
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: zabolotko@nubip.edu.ua

Оптимальний мікроклімат у корівниках забезпечує максимальну продуктивність тварин та позитивно впливає на їх здоров'я.

Дах корівника є з одних конструктивних елементів, який впливає на мікроклімат ферми, адже саме через дах будівля найбільше нагрівається і водночас втрачає тепло. Тому, ізоляція даху має велике значення в різні пори року для створення мікроклімату в приміщенні для утримання тварин.

У зимовий час покрівля перешкоджає віддачі тепла , а влітку в сильну спеку охороняє приміщення від нагрівання. Сучасні тваринницькі будівлі зводять здебільшого без горищ, тобто із суміщеним перекриттям. У районах із зовнішньою температурою мінус 20^0 С їх доцільно влаштовувати, обов'язково у приміщеннях для утримання молодняку, родильних відділеннях, телятниках, свинарниках для опоросу, пташниках. Найкращими матеріалами для покрівлі корівника прийнято вважати залізо, шифер, руберойд, а також черепицю з глини [3].

Площа покрівлі сучасного корівника в 5-6 разів більша, ніж площа стін. Тому саме від якості матеріалу закладений в проект, покрівельних матеріалів і їх монтаж багато в чому буде залежати комфорт тварин, а також будівельні та експлуатаційні витрати власників ферми. Традиційним для України покрівельним матеріалом при будівництві невеликих корівників є асбестоцементний шифер, єдиною перевагою якого є низька ціна. До недоліків, можна віднести:

по-перше, є його вага, яка майже в три рази більша за вагу металевого профнастилу;

по-друге, велика вага шиферної покрівлі призводить до додаткових витрат на більш потужні каркас і фундамент.

Виходячи з даного огляду, на недоліки в застосуванні шиферу, сьогодні сталеві профільовані листи і «сендвіч» панелі є практично єдиними покрівельними матеріалами, які використовуються при будівництві сучасних тваринницьких комплексів.

У будівлях з підвищеною вологістю і покрівлею що не передбачає утеплення найкраще застосовувати покрівельний профнастил з антиконденсатним покриттям. Це дозволяє вирішити проблему накопичення

конденсату на внутрішній поверхні холодної покрівлі і збільшити захист металопрофілю від агресивного середовища корівника [2].

Мастикові покрівлі застосовують при будівництві виробничих і господарських будівель, які мають покриття із збірних залізобетонних плит. Вони можуть бути армовані і неармовані, Для армування використовують склосітку, склополотно. Мастикові покрівлі влаштовують з холодних бітумних емульсійних паст і мастик, полімерних мастик, а також гарячих бітумних і бітумно-гумових мастик, утоплюючи її в бітумно-емульсійну пасту; влаштовують гнучкі компенсатори з полімерної плівки по шару емульсійної пасти.

Пароізоляцію влаштовують з бітумної емульсійної мастики шарами товщиною 2 мм, кількість яких залежить від умов експлуатації будівлі і може бути від 1 до 4мм.

Улаштування теплоізоляції та вирівнювальних (захисних) шарів аналогічно влаштуванню рулонних покрівель. Мінімальна кількість шарів мастикової покрівлі дорівнює трьом: ґрунтовка, проміжний (робочий) шар і верхній шар, на який наносять захисне покриття із суспензії алюмінієвої пудри в гасі. Проміжних (робочих) шарів може бути 2 і 3. Ґрунтовку наносять механізовано шаром завтовшки 2 мм [1].

За використанням сучасних технологій, запропоновано технологічну карту на влаштування покрівлі з рулонного наплавляємого матеріалу для сільськогосподарської будівлі прямокутного типу (див. рис. 1).

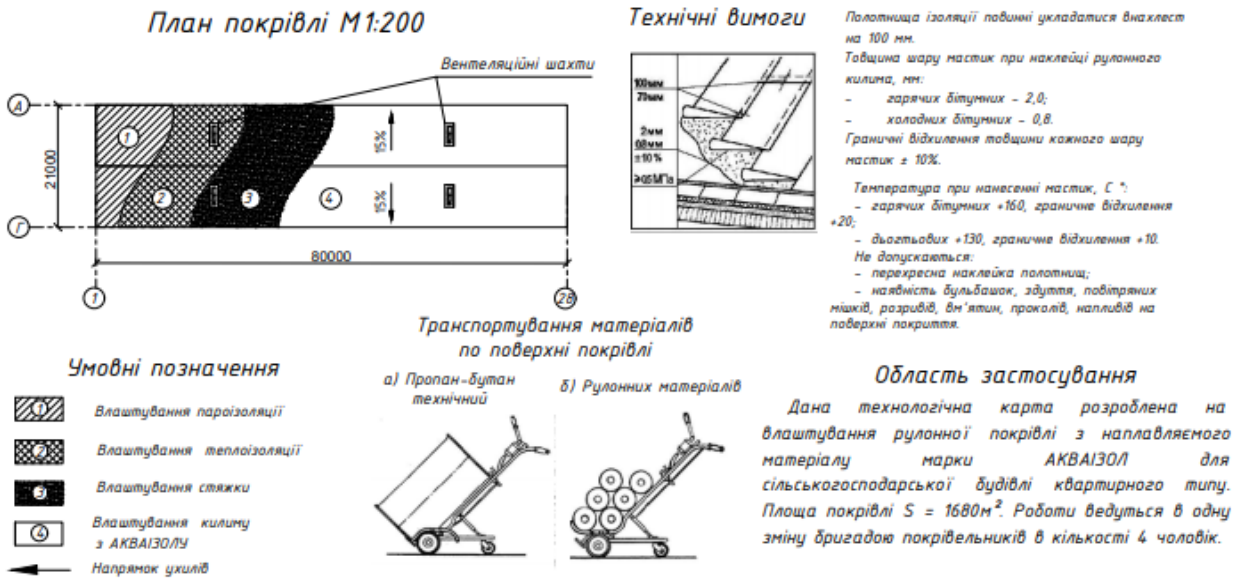


Рис. 1. Технологічна карта покрівлі приміщення корівника на 200 голів

На сьогоднішній день велика частина нової будівельної продукції виробляється із використанням багатофункціональних покрівель, а точніше їх відомого підвиду – «зелених покрівель». Даний тип покрівлі можна використовувати для влаштування міні-парків, прогулочних зон, зимових садів. Однак, в основному їх доцільно вибирати у випадку наявності плоскої покрівлі

з мінімальним ухилом та у разі великої потреби у додатковій корисній площі для використання. Що стосується раціональності вибору даного типу при проектуванні тваринницьких комплексів, на мою думку, він не є актуальним, оскільки більшість його переваг екологічності та багатофункціональності не будуть істотно оцінені за даних умов, а велика сумарна товщина матеріалів, які складають систему «зеленої покрівлі» може негативно впливати на мікроклімат усередині конструкції. Йому на заміну вдало можна було б використати сонячні панелі, розмістивши їх на площу покрівлі, і таким чином використовувати у якості додаткового альтернативного джерела енергії, як енергетичні компесатори витрат.

Підсумовуючи вище сказане, зазначені типи покрівлі на сам перед сприяють створенню оптимального мікроклімату для утримання тварин та безпосередньо виконують своє пряме призначення, проте необхідно враховувати під час вибору покрівельних матеріалів ряд індивідуальних факторів, а саме даний тип несучих конструкцій, екстремально-температурам, вітровому та сніговому навантаженню, регіону будівництва та при цьому бути економічно вигідним.

Список використаних джерел

1. Улаштування покрівель /URL:https://infopedia.su/11x784f.html

2. Ефективна молочна ферма: важливі нюанси будівництва/ URL: https://kurkul.com/blog/516-efektivna-molochna-ferma-vajlivi-nyuansi-budivnitstva.

3. Проектування і будівництво швидкозводимих конструкцій / URL: https://budsteel.com.ua/uk/shvidkozvodimi-budivli/silskogospodarski-budivli/fermy/.

УДК 631.363

ОРГАНІЗАЦІЙНІ ПЕРЕДУМОВИ ПРОЕКТУВАННЯ ПОТОКОВИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЛІНІЙ ГОДІВЛІ ВРХ

С. Є. ПОТАПОВА, кандидат технічних наук
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Основою інтенсивного розвитку галузі тваринництва є повноцінна годівля, яка забезпечується не лише шляхом виробництва у достатній кількості різноманітних кормів, зниженням втрат їх поживності за рахунок правильної організації процесів заготівлі та зберігання. Важливого значення набувають також процеси підготовки кормів до згодовування та їх роздавання.

Донедавна панувала думка, що кожне тваринницьке підприємство у своєму складі повинно містити кормоцех – об’єкт, що здійснює приймання, нагромадження і обробку кормової сировини, приготування та видачу кормової суміші згідно потреб конкретного господарства [1, 2].

Проте останнім часом спеціалісти вважать недоцільним застосування кормоцехів на фермах скотарського напряму [3]. Досвід свідчить, що їх використання призводить до додаткових витрат на транспортування, перевантаження й змішування кормових компонентів, будівництво та обслуговування спеціальних приміщень, придбання громіздкого й металомісткого обладнання, потребує істотних витрат електроенергії та залучення людських ресурсів. Разом з тим, дослідженнями встановлено [3], що перетравність органічної речовини кормосуміші, приготованої у кормоцеху, не має помітної переваги перед згодовуванням окремих компонентів цієї суміші в натуральному вигляді.

Світовий досвід свідчить про ефективність використання для приготування кормових сумішей і роздавання їх тваринам сучасних мобільних комбінованих кормоприготувальних агрегатів, так званих фермських комбайнів. Фермський комбайн - це машина, що забезпечує завантаження, подрібнення, дозування, змішування кормових компонентів і роздавання приготованої кормової суміші тваринам. Але такі агрегати все ж не можуть повністю замінити кормоцехи та повинні використовуватись у складі технологічних ліній приготування кормів.

Під потоковою технологічною лінією слід розуміти сукупність розміщених у певній послідовності сховищ кормів, виробничих приміщень для худоби і машин, що здійснюють навантаження, підготовку, транспортування і роздачу кормів.

За характером роботи потокові лінії можна розділити на безперервні і з просторовими розривами. У більшості тваринницьких господарств сховища кормів і приміщення для тварин, як правило, розділені в просторі. Тому підвезення і роздавання кормів здійснюють мобільними засобами.

Проектування виробничих процесів можна проводити двома способами. У першому випадку виробничі лінії компонують з числа технічних засобів, наявних у господарстві. У другому випадку використовують новітні технології і нові машини. Такий підхід до проектування дозволить отримати кращі результати, оскільки наявні в господарствах машини у більшості випадків морально застаріли і фізично зношені.

Проектування технологічних ліній ведуть з урахуванням якісних і кількісних характеристик процесів. У процесі кормозабезпечення худоби можна відзначити ряд послідовних етапів: заготівля і почергове згодовування неподрібнених кормів; почергове згодовування подрібнених кормів; годівля кожної виробничої групи тварин повноцінними кормосумішами відповідно до деталізованих норм.

Завдання оптимального проектування полягає в тому, щоб при прийнятій принциповій технологічній схемі процесу отримати оптимальні якісні та економічні показники.

Найбільш складним об'єктом проектування є кормові лінії, так як вони безпосередньо впливають на результат функціонування системи «тварина - середовище - людина - машина». Наприклад, при згодовуванні кормів у вигляді

повнораціонних сумішей продуктивність тварин може збільшуватися до 15%. Це необхідно враховувати при порівняльній оцінці різних варіантів технологічних і технічних рішень.

Сукупність процесів заготівлі, підготовки і роздавання кормів доцільно розглядати як один суцільний процес, і тому нераціонально здійснювати оптимізацію тільки однієї із його складових без урахування їх зв'язків.

Тому такі лінії необхідно розглядати як технологічні системи, маючи на увазі не систему машин і апаратів, а систему процесів, що здійснюються відповідними технічними засобами.

З метою скорочення числа технологічних операцій і обґрунтування конструктивно-технологічних схем доцільно проводити структурно-функціональний аналіз виробничих процесів, насамперед, кормових і гнойових ліній, внесення підстилки, оскільки в них можуть брати участь одні й ті ж енергетичні засоби (трактори).

Таким чином, технологія годівлі в цілому - це сукупність організаційних, технологічних і технічних прийомів, способів зберігання, підготовки, нормування і роздачі кормів.

Залежно від умов виробництва, зональних особливостей, фінансової забезпеченості господарств, технологічної підготовленості галузі, кормової бази, продуктивності тварин і розмірів ферм різними будуть і способи годівлі, склад раціону і його величина, методи підготовки кормів та їх дозування, кратність і порядок годування, типи і розмір кормосховищ, способи транспортування і роздавання кормів. Як правило, розробку технологічної частини лінії слід проводити спільними зусиллями спеціалістів технологів, будівельників та інженерів.

Список використаних джерел

1. Ревенко І. І. Основні умови ефективного використання кормів та значення підготовки їх до згодовування / І. І. Ревенко, Ю. І. Ревенко // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. – К., 2011. – Вип. 166, Ч. 1. С. 73–80.

2. Ревенко І. І. Машини та обладнання для тваринництва: підруч. / І. І. Ревенко, М. В. Брагінець, В. І. Ребенко – К. : «Кондор» 2009. – 731 с.

3. Смоляр В. Сучасні засоби для приготування та роздавання кормів / В. Смоляр, Л. Кириченко, Ю. Калітинський. – [Електронний ресурс]. – Пропозиція. Український журнал з агробізнесу. Онлайн версія – Режим доступу: http://www.propozitsiya.com/?page=146&itemid=2413.

УДК 631.363.2:635.49:76

ПРИГОТУВАННЯ КОРМОСУМІШИ ТА РОЗДАВАННЯ КОРМІВ ДЛЯ КОРІВ НА ТВАРИННИЦЬКІЙ ФЕРМІ ЯК ЕЛЕМЕНТ ЛОГІСТИЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

О. О. ЗАБОЛОТЬКО, к.т.н., доцент
Є. П. КОВАЛЬЧУК, студент магістратури
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: zabolotko@nubip.edu.ua

Досвід свідчить, що на приготування та роздавання кормів припадає 55-65% від всіх затрат на виробництво продукції. Такі дані дозволяють зробити висновок, що в тваринництві є суттєві резерви для подальшого покращення якості вироблюваного молока за рахунок збалансованої годівлі, запровадження нових прогресивних технологій, машин та організація руху транспорту на фермі.

Комплексна механізація приготування та роздавання кормів доцільна при впровадженні на великих спеціалізованих – тваринницьких комплексах. В зв'язку з аграрною реформою, в Україні утворилась досить велика кількість середніх та малих підприємств, яких більшість. Сучасна технологія, техніка та організація роботи системи машин не завжди є раціонально організовані. Така проблема стосується однієї з технологічних ліній - лінії приготування та роздавання кормів, частково, це можливо вирішити за рахунок організації елементів логістичної діяльності.

Основою для аналізу логістичної діяльності при приготуванні та роздаванні кормосуміші для корів, можна розглядати як системи використання компонентів кормосуміші за раціоном на управління логістикою, яка розглядає взаємовідносини логістики та затрат виробництва [1]. Сховище кормів, мобільний транспорт, запаси, організація руху, планування виробництва за технологією, обробка інформації управління стадом за кінцевою продукцією та виходом гною та інші затрати діяльності логістики взаємозалежні.

Логістична діяльність передбачає, також, проведення технічних рішень будь-якого виду операцій (підготовчо-заключних та основних) з врахуванням загальних затрат з виробництва продукції. Застосуванню такого підходу на тваринницькій фермі сприяли наступні фактори [2]:

- концентрація зусиль на підвищенні ефективності окремих операцій технологічної лінії з приготування та роздавання кормосуміші (розміщення, накопичення, використання, розподіл, завантаження, переміщення між сховищами кормів, переміщення по території ферми, рух в приміщенні та роздавання кормосумішей;
- логістична діяльність стала важливим елементом в організації руху мобільного транспорту по території ферми та основою контролю над використанням кормів;

- досягнення науково-технічного прогресу в годівлі корів прискорили консолідацію логістичних елементів в єдине ціле.

Цьому сприяв, перш за все, розвиток заготівлі компонентів кормосуміши за сучасними технологіями, системи обліку та зберігання компонентів, складання раціонів кормосумішей за допомогою IT технологій, а також розвинута база даних та система передачі інформації з керуванням стада [3].

В загальному, логістичну діяльність з приготування та роздавання кормосуміши можна подати графічно, як блок-схему (див. рисунок).

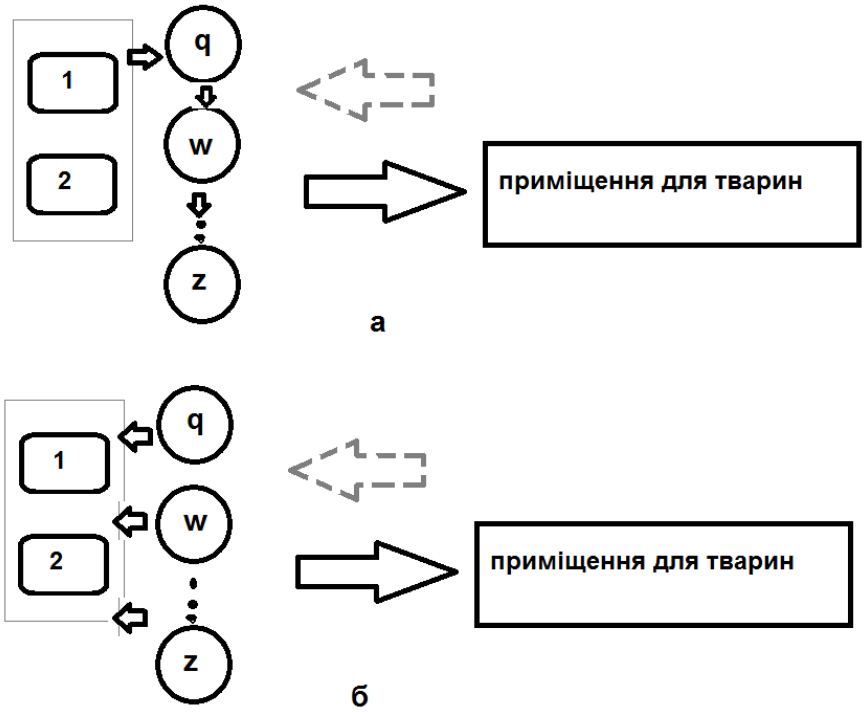


Рис. 1. Блок-схеми технологічних ліній з приготування та роздавання кормосуміші на тваринницькій фермі:
а – переміщення мобільного кормороздавача (1) та завантажувача (2) між майданчика для різних компонентів (*q, w, z*); б - підвезення кормів з різних майданчиків (*q, w, z*) транспортними засобами до кормового майданчика з завантаженням їх завантажувачем (2) у мобільний кормороздавача «міксер» (1).

В блок-схемі подані варіанти з приготування та роздавання кормосуміші на тваринницькій фермі за різними варіантами.

Отже, для організації руху транспорту на тваринницький фермі можна використовувати закони логістичних систем, в які закладено закони економічної ефективності. Останнє, дозволить зменшити витрати палива та затрати праці, покращити завантаження та ефективно використовувати мобільний кормороздавач.

Список використаних джерел

1. Герелиця Р.О. Особливості транспортної логістики підприємств АПК / Р.О. Герелиця // Формування стратегії розвитку регіонального АПК:

матеріали 4-ої міжфакультетської наук.-практ. конф. молодих вчених, 30 травня 2008р. — Житомир, 2008. — С. 187—189.

2. Фришев С. Г. Загальний курс транспорту: навч. посібник / С.Г. Фришев, І.І. Мельник, С.М. Бондар: за ред. проф. С. Г. Фришева. — Ніжин : Вид-во «Аспект-поліграф», 2007. — 162 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. Ачкевич, В.В Радчук – К. : ЦП «Компринт», 2018. – 268 с.

УДК 636.034:631.15

ЗАКОРДОННИЙ ДОСВІД ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ В МОЛОЧНОМУ ТВАРИННИЦТВІ

В. І. ВУКОЛОВ, магістрант*
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного
E-mail: nataliia.boltianska@tsatu.edu.ua

В Україні в даний час триває процес переозброєння молочно-товарних ферм. З метою підтримання і відновлення працездатності тваринницького обладнання необхідний якісний і своєчасний сервіс. Підвищення рівня експлуатаційної надійності тваринницької техніки може бути забезпечене за рахунок удосконалення технології технічного обслуговування (ТО) і ремонту (Р). Це стосується як машин вітчизняного, так і закордонного виробництва, що отримали найбільшого поширення в Україні. Реальна ситуація, що склалася в області технічного сервісу свідчить про необхідність його реформування, тому необхідно звернутися до закордонного досвіду його організації.

В Україні, за останні роки зросла частка імпортного обладнання, що поставляється на молочні ферми. Це зумовило появу організаційних форм фірмового технічного сервісу (централізоване фірмове обслуговування, незалежні дилерські організації). Перевагами фірмового технічного сервісу є оперативність і матеріальна відповідальність за надійну і безвідмовну роботу проданої техніки. Однак, при організації фірмового технічного сервісу імпортних доїльних установок, як правило, комплектуючі вузли і запасні частини до них поставляються з країн-виробників, що призводить до значного збільшення вартості технічного обслуговування і ремонту. Тому, на сьогоднішній день, перехід на фірмовий технічний сервіс тваринницького обладнання, крім імпортного, економічно невиправданий [1–3].

У зв’язку з цим важливим є досвід організації ремонту і технічного

* Науковий керівник – кандидат технічних наук, доцент Болтянська Н.І.

обслуговування в закордонних країнах, в основі якого лежить скорочення витрат на механізацію галузі тваринництва. Загальним в організації технічного обслуговування і ремонту в цих країнах є те, що вони здійснюються через дилерів або ремонтно-обслуговуючими підприємствами, які є посередниками між заводами-виробниками і споживачами техніки. Тому, розуміння сучасного стану технічного сервісу є завжди актуальною проблемою. Досвід розвитку технічного сервісу в країнах з розвиненою ринковою економікою свідчить про те, що прийнятними можуть бути як технічні центри фірмового обслуговування (30-35%), незалежні дилерські організації (20-25%), так і обслуговування на місцях силами персоналу ферми (40 -45%) [4,5].

Іноземні фірми приділяють питанням технічного обслуговування не менше уваги, ніж питанням виробництва машин. Якість ТО в значній мірі визначає обсяг збуту і закріплює споживача за фірмою-виробником. Так, представники компанії «DeLaval» вважають, що без організації технічного обслуговування можна продати одну одиницю обладнання, для продажу вже другої одиниці обладнання потрібно, щоб роботи з організації ТО почалися задовго до того, як перша зійде з конвеєра. Компанія-виробник завчасно організовує навчання правилам технічного обслуговування нової машини керівників технічних служб, механіків і дилерів.

Відмінними рисами технічного сервісу промислово-розвинених країн від вітчизняного, при всій різноманітності форм, є:

- вивчення вимог споживача на нову техніку і запасні частини до неї (маркетинг) і формування на цій основі замовлень на виготовлення цієї продукції;
- низький рівень ремонтних впливів на техніку, в зв'язку з високою її якістю, в той час як в нашій країні рівень цих впливів в кілька разів вище;
- активна зацікавлена і обов'язкова участь заводу-виготовлювача у виконанні всього комплексу робіт технічного сервісу для своєчасного задоволення потреб сільськогосподарського товаровиробника, що закріплено законодавством;
- розробка посібників по використанню, технічному обслуговуванню, ремонту, підготовці кадрів, забезпеченню інструментом, пристосуваннями до початку використання обладнання;
- збір інформації про надійність об'єктів в період експлуатації для отримання зворотного зв'язку і вдосконалення об'єкта.

Вивчаючи дилерську систему США, можна відзначити планове проведення технічного сервісу дилерами. Так, на початку року дилер становить програму продажів, обслуговування та ремонту на весь рік, головне в ній - планово-попереджувальний ремонт.

У Великобританії за останні роки намітилася тенденція до розширення і зміцнення мережі посередників дистриб'юторів (дилерів), які займаються не тільки реалізацією тваринницького обладнання, але і забезпечують її доставку, монтаж, дозбирання і післязбутове обслуговування на весь термін експлуатації, дають консультації, вивчають «потенційний» попит на техніку, рекламують

продукцію фірми-виробника, до якої вони належать.

Дистриб'ютори (дилери) в період гарантійного обслуговування заводять на кожну окрему машину або групу однорідних машин сервісну книжку, де відзначають усі види робіт, що проводяться і помічені несправності, про які інформують фірми-виробників і які враховуються при доробках конструкції для підвищення надійності і поліпшення експлуатаційних характеристик машин.

У Франції основний обсяг реалізації сільськогосподарської техніки та обслуговування ферм припадає на дилерські підприємства, що належать фірмам-виробникам. Дилерські підприємства мають склад-магазин з широким асортиментом техніки і запасних частин (запасних частин не менше 10 тис. найменувань), ремонтну майстерню і мобільні служби післязбутового сервісу. У штаті підприємств знаходяться кваліфіковані механіки, консультанти, робочі, функції яких полягають в монтажі і наладці реалізованого обладнання, технічних порадах і допомозі, навчанні фермерів правилам експлуатації техніки. Великі дилерські підприємства, а також підприємства, що спеціалізуються на техніці для тваринницьких ферм, мають парк пересувних радіофікованих автомайстерень для виконання робіт по ремонту і технічного обслуговування внутрифермського обладнання безпосередньо на місцях.

Таким чином, вивчивши закордонний досвід організації технічного сервісу в молочному тваринництві слід зазначити наступне: в розвинених країнах першорядне значення приділяється задоволенню потреб сільськогосподарських товаровиробників за допомогою забезпечення виробів високої якості, його належного та своєчасного обслуговування, постачання запасними частинами протягом усього терміну експлуатації; постійному вдосконаленню конструкції вироби, поліпшенню організації і технології проведення технічного обслуговування і ремонту.

Аналізуючи вищесказане, вважаємо за необхідне використовувати досвід економічно розвинених країн при реформуванні системи технічного сервісу в нашій країні.

Список використаних джерел

1. Маніта І. Ю. Інноваційний розвиток техніки для молочного скотарства. Науковий вісник ТДАТУ: [Електронний ресурс]. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. Вип. 10, том 2. URL: http://www.tsatu.edu.ua/tstt/wp-content/uploads/sites/6/naukovyj-visnyk-tdatu-2020-vypusk-10-tom-2.pdf

2. Podashevskaya H. Areas of application of nanotechnologies in animal husbandry. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі. 2020. С. 357-361. [Електронний ресурс]. URL: http://www.tsatu.edu.ua/tstt/wp-content/uploads/sites/6/materialy-1-mnpk-tehnichne-zabezpechennja-innovacijnyh-tehnolohij-v-ahropromyslovomu-kompleksi-m.-melitopol-01-24.04.2020.pdf

3. Маніта І. Ю. Інноваційний розвиток техніки для молочного скотарства. Науковий вісник ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. Вип. 10, том 2.

[Електронний ресурс] URL: http://www.tsatu.edu.ua/tstt/wp-content/uploads/sites/6/naukovyj-visnyk-tdatu-2020-vypusk-10-tom-2.pdf

4. Podashevskaya H. Application of nanotechnology in technological processes of animal husbandry in Ukraine. Інженерія природокористування. Харків: ХНУСГ, 2020. №2(16). С. 33 – 37.

5. Serebryakova N. Selection of optimal modes of heat treatment of grain. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі. 2020. С. 20-24. [Електронний ресурс]. URL: http://www.tsatu.edu.ua/tstt/wp-content/uploads/sites/6/materialy-1-mnpk-tehnichne-zabezpechennja-innovacijnyh-tehnolohij-v-ahropromyslovomu-kompleksi-m.-melitopol-01-24.04.2020.pdf

УДК 631.861

АНАЛІЗ ВИМОГ ДО ТЕХНОЛОГІЙ ПІДГОТУВАННЯ ПТАШИНОГО ПОСЛІДУ ДО ВИКОРИСТАННЯ

Р. В. СКЛЯР, кандидат технічних наук, доцент,
О. О. ГУЗЬ, магістр другого року навчання,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного
E-mail: radmila.skliar@tsatu.edu.ua

В даний час промислове птахівництво прискореними темпами нарощує виробництво яєць і м'яса птиці. Потужне технічне переозброєння птахофабрик дозволяє створити надійну базу для збільшення продуктивності праці. Однак наслідком цього є не тільки скорочення матеріальних і фінансових витрат на отримання основної продукції, але і зростання надходження органічних відходів, які становлять потенційну екологічну небезпеку, забруднюючи навколишнє середовище територій, де функціонують великі птахівницькі комплекси [1,2].

Водночас, основним засобом відтворення гумусу в орних ґрунтах, енергетичним матеріалом для мікроорганізмів, що її населяють, і істотним джерелом елементів живлення рослин є органічні добрива, які отримуються з гною сільськогосподарських тварин і посліду птиці [2].

Пташиний послід є цінною концентрованою органічною сировиною, так як в ньому містяться всі необхідні для живлення рослин елементи, причому в сприятливому поєднанні. У той же час мікробіологічні дослідження показали, що свіжий послід містить велику кількість мікроорганізмів, наявність яких свідчить про епізоотичну небезпеку посліду і необхідність відповідної переробки для його використання в якості органічного добрива. Технології, що при цьому використовуються, повинні забезпечувати отримання екологічно безпечного цінного органічного добрива [2].

Останнім часом набув розвитку напрямок переробки пташиного посліду з метою отримання енергії і рішення екологічних проблем, яке особливо актуально для птахівницьких підприємств з обмеженими земельними ресурсами. В даний час вже розроблені і активно пропонуються споживачам технології та технічні засоби для реалізації цього напрямку. Основною вимогою до посліду птиці, який підготовлено до використання в якості органічного добрива, є відсутність в ньому збудників інвазійних і інфекційних хвороб, життєздатного насіння бур'янів [3]. Тому головним завданням сучасних технологій підготовки пташиного посліду до використання є порушення життєдіяльності шкідливих біологічних організмів, що містяться в ньому.

Аналіз методів впливу на шкідливі організми, що містяться в посліді показав, що їх загибель можлива в результаті механічного руйнування, порушення нормального перебігу фізіологічних процесів або при природній конкуренції у біоценозі. Методи механічного руйнування шкідливих біологічних організмів пов'язані з великими енергетичними та експлуатаційними витратами і на практиці використовуються досить зрідка. При природній конкуренції в біоценозі шкідливі біологічні організми зберігають життєздатність в калі протягом досить тривалого часу (до 36 місяців) [4]. Тому, зараз найкращий розвиток отримали методи знезараження посліду, які визивають порушення нормального перебігу фізіологічних процесів у мікроорганізмах, в результаті різних біологічних, фізичних або хімічних впливів. При сприятливій епідеміологічній ситуації на птахівницьких підприємствах для підготовки посліду до використання найдоцільніше використовувати біологічні методи [2], які за своєю природою є екологічно безпечними. Їх основною перевагою є те, що процеси, які протікають при цьому, мають природне походження, суть яких полягає в розкладанні спеціальними групами мікроорганізмів (що знаходяться спочатку в будь-яких органічних матеріалах) органічної субстанції гною. При цьому в кінцевому продукті відсутні будь-які реагенти, що шкідливі для навколишнього середовища. Аналіз нормативної літератури і даних досліджень фахівців показав, що основними факторами, що визначають гарантоване знезараження пташиного посліду, є температура і тривалість витримки [3].

Біологічні методи підготовки посліду до використання, що застосовуються, в основному, в даний час (компостування, біологічна очистка тощо), передбачають тривалі терміни витримування органічних відходів (від 4-х до 6-ти при компостуванні і до 12 місяців і більше при природному знезараженні). При цьому, як правило, не забезпечується одне з необхідних умов гарантованого обеззаражування - досягнення температури 55^{o}С по всьому об'єму послідної маси. Навіть при компостуванні не вдається домогтися необхідного рівня температури по всьому об'єму штабеля [2]. Тому, незважаючи на настільки тривалий період витримування, при використанні цих технологій не вдається домогтися гарантованого знезараження посліду.

Разом з тим, в даний час розроблені і активно використовуються на практиці сучасні технології підготовки посліду до використання, які, крім

підтримання необхідного температурного режиму, забезпечують скорочення термінів протікання процесу переробки. Так, експрес-компостування забезпечує підйом і підтримання температури послідної суміші на рівні 65 °С, що дозволяє отримувати екологічно безпечне цінне органічне добриво протягом 7-10 днів [2]. Таким чином, експрес-компостування, крім підтримки необхідного для знезараження температурного режиму, забезпечує і скорочення термінів протіканням процесу переробки посліду. Тому, дана технологія підготовки пташиного посліду до використання в даний час є найбільш перспективною для впровадження в практику вітчизняного сільськогосподарського виробництва.

Також, однією з основних тенденцією розвитку способів переробки пташиного посліду, є його використання як джерело відновлюваної енергії - біопалива. Для виробництва біопалива на птахофабриках пропонуються способи з попередньої сушінням посліду [5,6] або його ферментацією [3].

Останнім часом велику увагу стали приділяти використанню анаеробної (метанової) ферментації органічних відходів в спеціальних установках (метантенках) [3], в яких підтримується певна температура для ефективної дії анаеробних бактерій. Анаеробне зброджування, що добре зарекомендувало себе при переробці гною на фермах великої рогатої худоби, є також перспективним способом переробки посліду птахофабрик. Воно знижує забруднення навколишнього середовища з одночасним отриманням високоякісного екологічно чистого органічного добрива, до складу якого входять гумусоподібні органічні речовини, що сприяють структуруванню ґрунту і підвищенню його родючості. Даний спосіб утилізації пташиного посліду може бути використаний для виробництва екологічно чистих добрив і газу для когенераційної установки з виробництва теплової та електричної енергії [3].

Застосування даної технології на практиці стримується через відсутність мікроорганізмів, що ефективно перероблюють послід, складністю забезпечення стабільних параметрів сировини і процесу переробки посліду, складністю технологічного обладнання, необхідністю додавання води в послід, залежністю забезпечення теплового режиму від температури довкілля, будівництвом спеціальних споруд для очищення і знезараження стічних вод.

Важливим резервом виробництва енергії є підстилковий послід птахофабрик, що має спочатку значно меншу вологість, в порівнянні з безпідстилковим послідом, так як він містить підстилку, яка поглинає вологу з посліду і сечу. Як правило, при виробництві палива з пташиного посліду необхідна його попередня підготовка, що включає різні комбінації сушіння [6], дроблення, пелетування або брикетування, або ж дрібнодисперсного подрібнення, тобто отримання палива з заданими фізико-механічними властивостями для ефективної термохімічної переробки в різних установках при виробництві теплової енергії.

Список використаних джерел

1. *Болтянська Н.І., Комар А.С., Скляр О.Г.* Визначення заходів з підвищення енергоефективності сільськогосподарського виробництва. Міжн. ел. наук.-пр. журнал WayScience. Дніпро, 2020. Т.1. С. 118–121.

2. Войтов В.А. Аналіз технологій утилізації відходів птахівництва за кордоном. Праці ТДАТУ. Мелітополь, 2019. Вип. 19, т. 4. С. 100-109. DOI: 10.31388/2078-0877-19-4-100-109.

3. *Skliar A., Skliar R.* Justification of conditions for research on a laboratory biogas plan. MOTROL: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa. Lublin, 2014. Vol. 16. No. 2, b. Pp. 183–188.

4. *Скляр О.Г.* Аналіз роботи біогазових установок. Механізація та електрифікація сільського господарства. Глеваха, 2019. Вип. 10(109). С. 132-138.

5. *Скляр О.Г., Скляр Р.В.* Порівняльна характеристика термічних методів переробки пташиного посліду. Науковий вісник ТДАТУ. Мелітополь, 2020. Вип. 10. Т. 2. [Електронний ресурс] URL: http://www.tsatu.edu.ua/tstt/wp-content/uploads/sites/6/naukovyj-visnyk-tdatu-2020-vypusk-10-tom-2.pdf

6. *Скляр О.Г., Григоренко С.М.* Технічні рішення щодо сушіння пташиного посліду. Науковий вісник ТДАТУ. Мелітополь, 2020. Вип. 10. Т. 2. [Електронний ресурс] URL: http://www.tsatu.edu.ua/tstt/wp-content/uploads/sites/6/naukovyj-visnyk-tdatu-2020-vypusk-10-tom-2.pdf

УДК 631.22:637.112:636.033.

ОБҐРУНТУВАННЯ КОМПЛЕКТУ МАШИН ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ ПТАХІВНИЦТВА З ДОСЛІДЖЕННЯМ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ «СМАРТ» ФЕРМИ

В. В. БРАТІШКО, доктор технічних наук, старший науковий співробітник
А. В. БУЧКО, студент магістратури
Національний університет біоресурсів і природокористування України
*E-mail:*vbratishko@nubip.edu.ua

Сучасне сільське господарство неможливо уявити без високотехнологічних засобів комплексної механізації і автоматизації виробництва. [3]

Незмінним вимогою до систем автоматизації сільськогосподарського виробництва, втім, як і будь-яких інших системам, є їх комплексність, гнучкість, масштабованість в функціональному і географічному сенсі.

Смарт ферма - це повністю автономний, роботизований, сільськогосподарський об'єкт, призначений для розведення

сільськогосподарських видів / порід тварин в автоматичному режимі, що не вимагає участі людини (оператора, тваринника, ветеринара і ін.)[2]

Рис. 1 Основні елементи системи керування «Смарт ферма»

Метою створення комплексу автоматизації і управління є комплексна автоматизація птахоферми для забезпечення необхідних умов утримання різного виду технологічних груп поголів'я (Промислове і батьківське стадо, ремонтний молодняк) на всіх фазах вирощування птиці.[1]

Отже, «смарт ферма» повинна передбачати:

- забезпечення необхідного мікроклімату, сприяє оптимальним показниками зростання птиці за рахунок підтримки температурно-вологісного режиму;
- регулювання якості повітря, забезпечує нормативні показники концентрації шкідливих газів;
- підтримки необхідного світлового режиму;
- забезпечення нормативного приросту птиці за рахунок дозованого годування і оптимального співвідношення кількості споживаних води і корму;
- повного моніторингу, аналізу, обробки, накопичення і виведення на друк всіх параметрів (температура і вологість всередині і зовні корпусу, концентрації шкідливих газів, кількість корму і води, споживання газу і електрики, і т.д.) в процесі всього терміну зростання птиці;
- подальшого розширення функціональних можливостей і підключення нових систем на птахофермі.

Система повинна бути багаторівневою. Це означає, що дані з певної групи датчиків і команди для виконавчих пристроїв концентруються на окремих модулях, які по загальній мережі пов'язані з центральним (керуючим) контролером. [2]Комплекс базується на розподіленої багаторівневої керуючої

мережевій платформі DDCNP (DATAMICRO Distributed Control Network Platform) Основний утворює мережею даної платформи є шина CAN (Controller Area Network, локальна мережа контролерів), забезпечує взаємодію всіх інтелектуальних пристроїв, вузлів і блоків, а також різноманітних мережевих датчиків і виконавчих механізмів. [1]

В рамках комплексу виділяються системи, функціонуючі локально, в межах одного пташника (наприклад, система управління кліматом пташника), і системи, що функціонують глобально, в межах всього комплексу (наприклад, система оповіщення, моніторингу та управління підсистемами птахоферми). Функціонування систем і, відповідно, комплексу забезпечується набором програмно апаратних засобів.

Управління та моніторинг стану комплексу здійснюється єдиним інтегрованим набором ПО. контроль комплексу може здійснюватися з різних АРМ з розмежуванням зон контролю (наприклад, набір пташників) і прав на виконання тих чи інших дій.[2]

Список використаних джерел

1. Sneh. M, T. N. Raghavendra, Dr. H. Prasanna Kumar, “Internet Based Smart Poultry Farm using LabView”, International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), eISSN: 2395 -0056, 2016

2. Автоматизація СГ [Електронний ресурс]: – Режим доступу: http://www.datamicro.biz/

3. Ревенко І.І., Брагінець М.В., Ребенко В.І. Машини та обладнання для тваринництва. – К.: Кондор, 2009.

УДК 631.363.2

УДОСКОНАЛЕННЯ МОЛОТКОВОЇ ДРОБАРКИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА КІСТКОВОГО БОРОШНА

О. М. АЧКЕВИЧ, доцент, к.т.н.,
В. М. САДОВСЬКИЙ, студент
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: achkevych@gmail.com

Останнім часом в Україні все більшого поширення набуває переробка сільськогосподарської продукції в цехах малої потужності. Розвиток малих м'ясопереробних цехів вирішує ряд важливих проблем, і зокрема забезпечення населення різноманітною продукцією. Та й будівництво цих цехів значно дешевше, і вводяться вони в експлуатацію швидше, ніж на великих м'ясокомбінатах.

Але з іншого боку, розвиток малих цехів породжує нові проблеми, в тому числі раціонального використання сировини при переробці, дотримання технологічних, санітарно-гігієнічних і ветеринарних норм, а також нормативно-технічної документації, навчання кадрів та ін. Проте ці цехи існують і розвиваються як об'єктивна необхідність сьогоднішнього дня.

Для виробництва подрібнювальних пристроїв машинобудівні заводи випускають найрізноманітніші машини та устаткування, причому на ряду зі створенням нових відбувається безперервна зміна і вдосконалення існуючих машин і загальне збільшення обсягу їх випуску.

Колосальні витрати, пов'язані з процесами подрібнення, на сучасному рівні розвитку виробництва, викликають гостру необхідність розробки принципово нових способів подрібнення матеріалів, а також створення на їх основі нових технологій і обладнання.

Більшість цехів будуються без типових проектів, розміщуються в пристосованих приміщеннях, оснащуються в основному списаним обладнанням.

Для вирішення зазначених завдань необхідно здійснити технічне переозброєння великих м'ясокомбінатів і міських молочних заводів, а також значно підвищити технологічний рівень обладнання, що випускається для переробних підприємств малої та середньої потужності.

Практично всі способи подрібнення малоефективні за багатьма показниками на сучасному рівні розвитку техніки. Тому з метою збільшення продуктивності, зниження металоємності і матеріаломісткості, зменшення капітальних витрат необхідно шукати нові шляхи вдосконалення обладнання для подрібнення матеріалів.

Обрана молоткова дробарка МПС-300Л малопродуктивна, енерго- і металоємність. Пропонована модернізація установки дозволить збільшити ступінь і швидкість подрібнення, знизить питому енергоємність на одиницю ваги, одержуваного продукту. Використання дробарки покращує санітарно-екологічний стан виробництва кісткового борошна та інших видів кормів тваринного походження.

Конструктивне виконання дробарки, а саме співвідношення робочих органів, дозволяє забезпечити високу продуктивність роботи. Дробарка здійснює задану ступінь і однорідність подрібнення кістки. Збільшена швидкість подрібнення. Може бути встановлена в будь-яку технологічну поточно-механізовану лінію і працювати самостійно. Зручна і проста в обслуговуванні. Завдяки тому, що била, розташовані на одній поверхні диска укріплені зі зміщенням щодо бил, розташованих на протилежній стороні суміжного диска, з утворенням зазору, співвідношення величини якого до величини зазору між дробить гранню била і відбійними елементами становить 1:3 і 1:5, відбувається швидке подрібнення сировини, виключається його прослизання, що сприяє підвищеній працездатності в цілому.

В 1999 році був опублікований патент (№ 2159535 С1 індекс МПК В02С9/02), автори якого Поліщук В.Ю., Коротков В.Г., Зайцева Н.В.,

Антимонов С.В., Солових С.Ю. запропонували наступну конструкцію молотковій дробарки. Винахід відноситься до обладнання для приготування кормів і може бути використане в промисловості та сільському господарстві для виробництва кормового борошна.

Дробарка сконструйована таким чином. У корпусі, що має форму равлика, встановлена співвісно з ротором ситова обичайка. Стрижні, встановлені вздовж внутрішньої поверхні обичайки, стягують корпус з кришкою, в якій виконано впускний пристрій. Корпус і кришка утворюють випускний патрубок. Ротор виконаний у вигляді крильчатки з вигнутими лопатками.

В 2008 році був опублікований патент (№ 2341330 С1 індекс МПК В02С9/00), автори якого Ширін Євген Федорович, Шевцов Володимир Ілліч, Сидоров Леонід Миколайович, Цигікало Валентин Іванович, Буня Борис Борисович запропонували наступну конструкцію молотковій дробарки.

Винахід відноситься до механізмів для переробки зерна і може бути використане в індивідуальних та фермерських господарствах.

Пристрій для дроблення зерна складається з основи, завантажувального бункера з вікном (не показане) для виходу зерна, подрібнювача із захисним кожухом, причому 40 останній встановлений на підставі, при цьому подрібнювач виконаний у вигляді електродвигуна, на валу якого встановлена пластина, робочі лопаті, якій заточені під кутом 25 ± 5 °, що дозволяє дробити зерно на частини, виключаючи фракцію «борошно».

Отже провівши аналіз, обираємо дробарку молоткової серії МПС - механічна дробильна машина безперервної дії, що експлуатується в процесах подрібнення, дроблення, переробки технологічної сировини шляхом дроблення кістки ударами молотків.

Дробарка складається з корпусу, в якому розміщений вал, з дисками. На обох поверхнях диска шарнірно укріплені молотки. На внутрішніх бокових поверхнях корпусу змонтовані рифлені плити, а на нижній решітка, для просіювання подрібненої сировини (кістки). Дробарка має привід, для приведення обертання валу з дисками.

Дробарка працює таким чином: кістка подають через похилий лоток. Подрібнення здійснюється вільним ударом обертових молотків по шматках кістки, ударом шматків по рифлені плити, і остаточно подрібнити між ними, транспортується до грат, проходячи через неї.

Обрана молоткова дробарка малопродуктивна, енерго- і металоємність. Пропонована модернізація установки дозволить збільшити ступінь і швидкість подрібнення, знизить питому енергоємність на одиницю ваги, одержуваного продукту. Використання дробарки покращує санітарно-екологічний стан виробництва кісткового борошна та інших видів кормів тваринного походження.

УДК 631.363.2

КЛАСИФІКАЦІЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ДЛЯ ГРАНУЛЮВАННЯ КОРМІВ

С. П. СТЕПАНЕНКО, кандидат технічних наук., с.н.с.,
С. П. ТРИМБАЧ, здобувач
Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»
ORCID iD 0000-0002-8331-4632;
E-mail: Stepanenko_s@ukr.net

Збільшення виробництва гранульованих кормів вимагає вдосконалення застосовуваних технологій, машин і устаткування в напрямку покращення робочих органів машин та підвищення якості кормів.

В Україні для гранулювання кормів застосовують прес-гранулятори, які мають різну продуктивність і потужність приводу, з різними робочими органами. Найбільш розповсюдженими та вживаними є наступні прес-гранулятори [1-3]:

- пострадянські ОГМ-0.8; ОГМ-1.5; ДГ-1; Б6-ДГВ; ОПК-2.0;
- вітчизняні ГТ-***Д (серія *304, 500, 520, 630, 800) ТМ «Grantech»; ГУК ТМ «Агротехнік»;
- закордонні PGPM F.lli Fragola S.p.a (Італія); PVB, PVR MABRIK, S.A. (Іспанія); CPM Münch (Німеччина).

Незважаючи на наявність цих установок, існує необхідність розробки нових робочих органів в процесі гранулювання комбікормів. Пов'язано це з тим, що на зазначених установках проводиться гранулювання вельми великого асортименту матеріалів і робочі органи яких не забезпечують якісні показники гранулювання (температуру, вологість, щільність, кришимість) ГОСТ 22834-87 [1].

Провівши аналіз існуючих прес-грануляторів і процесу гранулювання встановлена наступна класифікація конструкцій робочих органів, яка наведена на рис.1. На підставі аналізу виявлено недоліки наведених робочих органів, які потребують вдосконалення в частині здобуття якісних показників гранулювання [3, 4].

Так недоліком шестеренчатих грануляторів є виготовлення гранул великого діаметру (Ø10-19 мм). Валкові робочі органи не знайшли широкого застосування в зв’язку з складністю конструкції, малою продуктивністю та не задовільною якістю отримуваного корму. Недоліком шнекових прес-грануляторів є низька продуктивність, затратна підготовка матеріалу до гранулювання (зволоження) та необхідність спеціальних сушильних камер. Плоскоматричні преси використовують в невеликих фермерських господарствах, основним недоліком даних робочих органів є не рівномірне розподілення пресуючого матеріалу по поверхні матриці (віднесення

пресуючого матеріалу відцентровими силами до периферії матриці), що призводить до швидкого та нерівномірного зносу поверхні матриці та підшипників пресуючих роликів.

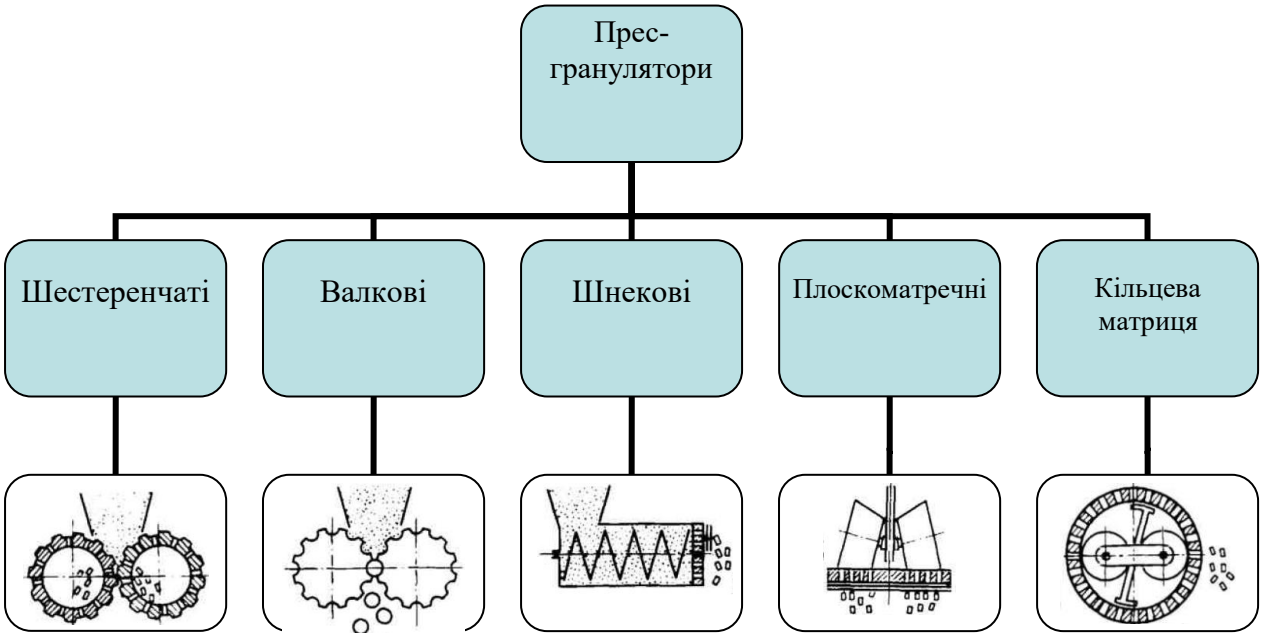


Рис. 1. Класифікація робочих органів для гранулювання кормів

Найбільш розповсюдженими та вдосконаленими вважаються прес-гранулятори з кільцевою матрицею. Особливістю схеми з кільцевою вертикально обертаючою матрицею, є те, що коли через отвори матеріал продавлюється пресуючими роликами, спостерігається рівність колових швидкостей по лінії контакту матриці і роликів, тому тертя між ними мінімальна (відсутнє) і вся енергія витрачається на пресування. Висока продуктивність, можливість встановлення матриць з різними діаметрами отворів (Ø2-19 мм), підтверджує їх універсальність та практичність застосування. Раціональний варіант процесу гранулювання забезпечується в прес-грануляторах з кільцевою матрицею та циліндричними роликами. Тому кількість роликів, їх форма, довжина каналів матриці, форма каналу, та інше вплине на якісні показники гранульованого комбікорму.

На підставі вищевикладеного удосконалення прес-гранулятора з кільцевою матрицею є актуальною і важливою задачею, рішення якої внесе значний вклад в розвиток, як сільського господарства, так і економіки країни в цілому.

Список використаних джерел

1. Братишко В.В. Механіко-технологічні основи приготування повнораціонних комбікормів гвинтовими грануляторами [Текст]: *Автореф. дис. … докт. техн. наук.* – Глеваха., 2017. – 43с.

2. Братішко В.В. Продуктивність та енергоємність процесу гранулювання зерно-стеблової кормосуміші гвинтовим гранулятором / В.В. Братішко // *Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація : збірник наукових праць / Кіровоградський національний технічний університет.* – Кіровоград: КНТУ, 2015. – Вип. 28. – С. 138-144.

3. Вайстих Г.Я., Дарманьян П.М. Гранулирование кормов: Приложение к журналу-приложению «Комбикормовая промышленость». – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1988.-143 с.

4. Субота С.В. Ефективність використання установки для виробництва паливних брикетів із рослинної сировини / С.В. Субота, Г.А. Голуб, С.П. Степаненко, В.О. Лук'янець // *Механізація та електрифікація сільського господарства: Міжвідомчий тематичний науковий збірник // ННЦ"ІМЕСГ" НААН України.* – Глеваха, 2012. – Вип. 96. – С.437-444.

УДК 681.324

ENSURING THE RELIABILITY OF COMPLEX SYSTEMS AT DIFFERENT STAGES OF OPERATION

I. AVRAMENKO, undergraduate student*
Dmytro Motornyi Tavria state agrotechnological university
E-mail: nataliia.boltianska@tsatu.edu.ua

Reliability is one of the main indicators of the quality of a technical object, which is detected over time and reflects the changes that occur throughout its operation, including the entire life cycle - from creation to disposal. Reliability is considered as a property of the machine to maintain the necessary technical and operational parameters that characterize the reliability throughout the period of its operation. The study of reliability tracks the change in the quality of the machine over time, which allows you to study the reliability through the implementation of the processes of diagnosis and forecasting directly during its operation. Considering the dynamics of changing the state of the machine as a technical object, we can conclude that reliability is a multi-stage form of changing the state of the machine [1,2].

The reliability of the product is laid down in the design, provided during manufacture and maintained in operation, ie the problem of ensuring the reliability of the machine should be addressed throughout the life cycle - from design to disposal of the machine.

When designing a machine, all the basic and necessary requirements to ensure the reliability of the machine after its manufacture are substantiated and laid down. In the manufacture of the machine taking into account the intended modes of

* Supervisor – candidate of technical sciences, associate professor Boltianska N.I.

operation, the quality of the machine is realized and the quality of manufacture of mechanisms, components is controlled, where each of them will be endowed with reliability characteristics, including structural rigidity, geometric accuracy of structural elements and other parameters [3]. During the operation of the machine, its reliability is realized, and it depends on the methods and conditions of operation of the machine, the adopted system of its repair, maintenance methods, applied modes of operation of components and mechanisms and other operational factors [4,5].

Ignoring the reliability of the technical object is the most unreliable way to create it, which leads to a decrease in the technical resource of application. Any failure of the machine will lead to significant material and financial losses. Statistics of failures and their causes provide a large amount of information about the reliability of mechanisms and components of machines and are the main source of information and identify the actual values of reliability parameters and causes of disability and durability.

Statistics on the processes of operation of the machine allow you to get a real idea of how the design, production and conditions of use, operation correspond to the established level of reliability and safety of operation. The statistical data received during diagnostics allow to carry out forecasting of a future condition of the car and improvement of process of functioning in the conditions of operation. Thus, a comprehensive approach to the study and study of the actual state of reliability of technological equipment will be laid.

During operation, the technical condition of the machine is constantly changing with different speeds of disability. If the machine, its mechanisms and components are unreliable, then there will be a partial or complete loss of performance, forcing it to restore it to a given level by organizing and conducting maintenance and repair. Unreliable machine is the main sign of loss of efficiency of its application, as each its stop due to damage of mechanisms or decrease of technical characteristics of knots with loss of technical and operational parameters will lead not only to big material losses, but also will affect deterioration of industrial and technospheric safety.

It is well known that for the entire period of operation, the cost of repairs, maintenance of machines in connection with their wear and tear is several times higher than the cost of a new car. Thus, for cars - 6 times, aircraft - up to 5 times, technological industrial equipment - up to 8 times, electrical equipment - up to 12 times. The reliability of the machine is greatly influenced, on the one hand, by external operating conditions, on the other - internal physico-chemical processes that contribute to destruction, such as aging, corrosion, increased wear, changes in the properties of materials from which components and mechanisms are made.

Reliability analysis of complex systems has its own characteristics. The specificity of assessing the reliability of a complex system is that the connections between its elements play an important role.

Problems of ensuring the reliability of equipment are solved with integrated and systematic approaches to solving problems in organizational, methodological and personnel areas. Technical objects, such as machines, are complex mechanical

systems.

With a comprehensive approach, the problem of ensuring reliability at all stages of the life cycle of the machine is solved. The system approach involves considering the machine and ensuring its reliability as a system of causation. The organizational direction of work involves the development of a program to ensure the reliability and risk reduction for all stages of the life cycle of the machine, regulations and standards that define the provisions and requirements for ensuring the reliability of equipment.

The study of physical processes that lead to changes in the reliability of the object and its mechanisms, can be most fully carried out in a systematic analysis of the state "changing environment - a functioning technical object - human activity."

The consequence of disability is the failure of components, mechanisms, which leads to machine downtime. The main downtime occurs for technical reasons, due to poor maintenance, for organizational reasons. Simple characterize the unreliability of the machine with the appearance of failures of its operation. Failure to operate is considered as an out-of-cycle loss and as an event that is a malfunction of the machine. In this case, the failure of the machine has objective causes, but is random, and the probability of its occurrence can be described by different laws of probability distribution of reliability parameters during operation.

Loss of efficiency during operation is a natural property of a real machine system. Different types of energy produced by the machine itself and which affect the machine from the outside, express reversible and irreversible processes of change of its state, which lead to the deterioration of the initial values of technical and operational parameters of the machine.

Among the main areas of improving the reliability of the machine system are the following three areas.

1. Increasing the resistance of the machine system to external operating conditions. This should be achieved through the development of methods for creating high-strength, rigid, wear-resistant structures of components and mechanisms, as well as the use of structural materials of high strength, wear resistance, corrosion resistance, etc.

2. Isolation of machines from harmful oscillating processes and influences due to installation of the car on the base for vibration isolation, creation of special temperature conditions and humidity.

3. Application of self-regulation methods, when the machine is able to automatically restore lost functions and respond to external influences. For this direction, there are unlimited opportunities to solve problems of improving the reliability, efficiency and durability of the machine.

Reference

1. Izdebski W. On the issue of increasing the completeness of feeding highly productive cows. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі. 2020. С. 220-223. [Електронний ресурс]. URL: http://www.tsatu.edu.ua/tstt/wp-content/uploads/sites/6/materialy-1-mnpk-tehnichne-

zabezpechennja-innovacijnyh-tehnolohij-v-ahropromyslovomu-kompleksi-m.-melitopol-01-24.04.2020.pdf

2. Skliar O. Measures to improve energy efficiency of agricultural production. Abstracts of XIII International Scientific and Practical Conference. Bordeaux «Social function of science, teaching and learning». Bordeaux, France 2020. Pp. 478-480.

3. Uskenov R.B. The need to improve the feeding parameters of cattle. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі. 2020. С. 184-187. [Електронний ресурс]. URL: http://www.tsatu.edu.ua/tstt/wp-content/uploads/sites/6/materialy-1-mnpk-tehnichne-zabezpechennja-innovacijnyh-tehnolohij-v-ahropromyslovomu-kompleksi-m.-melitopol-01-24.04.2020.pdf

4. Sklar R., Podashevskaya H. Directions of automation of technological processes in the agricultural complex of Ukraine. Минск: БГАТУ, 2020. С. 519-522.

5. Serebryakova N. Selection of optimal modes of heat treatment of grain. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі. 2020. С. 20-24. [Електронний ресурс]. URL: http://www.tsatu.edu.ua/tstt/wp-content/uploads/sites/6/materialy-1-mnpk-tehnichne-zabezpechennja-innovacijnyh-tehnolohij-v-ahropromyslovomu-kompleksi-m.-melitopol-01-24.04.2020.pdf

УДК 631.363.2

ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ДВОСЕКЦІЙНОГО ЗМІШУВАЧА КОРМІВ

Р. В. КІСІЛЬОВ, доц., канд. техн. наук,
П. О. МАРКІДОВ, магістрант
Центральноукраїнський національний технічний університет,
E-mail: ruslan_vik@ukr.net

В статті проведений аналіз роботи і досліджень традиційних конструкцій змішувачів кормів, визначені напрямки вдосконалення процесу приготування кормових сумішей для ВРХ та запропонована нова конструкція комбінованого змішувача, принцип роботи якого пояснюється технологічними і розрахунковими схемами.

Двосекційний змішувач кормів, корми, тваринництво, кормосуміш, зоотехнічні вимоги

Актуальність проблеми. Молочне та м’ясне скотарство України є однією з провідних і найбільш важливих галузей тваринництва, яка забезпечує виробництво більше 95% коров’ячого молока і 50...60% яловичини. На світовому ринку попит на високоякісне молоко, яловичину і продукти їх переробки постійно зростає і тому має важливе господарське значення для

розвитку галузі скотарства у сільськогосподарському виробництві нашої країни.

В загальному процесі виробництва продукції скотарства визначальна роль належить кормам. Вони мають низьку якість, в більшості випадків ще й виробляється недостатня кількість, а доля їх у собівартості молока та яловичини становить більше половини витрат [1].

Аналіз конструкцій змішувачів кормів для великої рогатої худоби (ВРХ) виявив ряд недоліків. Це великі енергетичні витрати, мають високу питому матеріалоємність та не повністю забезпечують зоотехнічні вимоги щодо якісного показника (однорідності суміші на рівні 86%). Наявні недоліки роботи традиційних змішувачів обмежують їх застосування на фермах ВРХ, а використання у потокових лініях малоефективне, тому питання підвищення ефективності функціонування і технічного рівня змішувачів для приготування вологих кормосумішей є актуальною задачею. Для інтенсифікації процесу і підвищення ефективності приготування повнораціонних вологих кормових сумішей є поліпшення технологічного процесу шляхом підвищення його динамічності і технічного рівня змішувачів з застосуванням комбінованих конструкцій мішалок та дослідженням впливу конструктивно-кінематичних параметрів на підвищення технологічної ефективності технологічної ефективності змішування вологих кормів [2, 3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останні дослідження відомих науковців показують, що приготування збалансованої кормосуміші для годівлі ВРХ – це складний технологічний процес зі своїми істотними відмінностями. Тому в теоретичних і експериментальних дослідженнях особливо важливого значення набуває фізико-механічна сторона процесу змішування кормів і математичне моделювання властивостей складних сипучих матеріалів [4].

Постановка завдання. Метою статті є підвищення ефективності технології приготування повноцінних збалансованих кормосумішей для ВРХ шляхом інтенсифікації і динамічності процесу змішування із застосуванням двосекційних конструкцій стрічково-лопатевих змішувачів.

Виклад основного матеріалу. В зв’язку з поставленою проблемою для усунення недоліків в роботі традиційних змішувачів створена нова конструкція двосекійного комбінованого стрічково-лопатевого змішувача, випробування якого підтвердили його високу ефективність. Запропонований змішувач включає корпус з завантажувальною горловиною і вивантажувальним шнеком, вал, який встановлений в підшипникових опорах. Двоступеневе змішування кормів забезпечується гвинтовими периферійними лопатями з радіальними пальцями, які жорстко закріплені на валу за допомогою стійок та другою секцією периферійних плоских лопатей з правим і лівим кутом нахилу їх робочої поверхні до осі вала. Плоскі лопаті з відповідним кроком жорстко встановлені на опорах вздовж змішувача, які знизу обладнані радіальними пальцями для розрихлення моноліту суміші в корпусі змішувача. Мішалка з’єднується з механізмом привода за допомогою напівмуфти. Процес змішування кормів виконується таким чином. Під час роботи змішувача

компоненти кормосуміші завантажуються пошарово транспортером 1 в бункер 2, де поступово вирівнюється їх потік і відбувається змішування гвинтовими стрічковими лопатями з пальцями й далі утворена суміш подається у багатосекційну мішалку з плоскими лопатями. Переміщення кормосуміші по поверхні лопатей з різним кутом нахилу в зоні інерційного руху здійснюється в режимі підвищеної динамічності процесу та збільшення зіткнень і перетинів в радіальному та осьовому напрямках, що визначається формою атакуючої лопаті, кроком розташування, геометричними розмірами та кінематичними режимами їх роботи (рис. 1). Вал мішалки приводиться в дію від мотора - редуктора ланцюговою передачею. Регулювання частоти обертання мішалки здійснюється блоком зірочок з діапазоном частоти обертання 20 – 150 об/хв. Установка з вивантажувальним шнеком 7 і засувкою змонтована на металевій рамі.

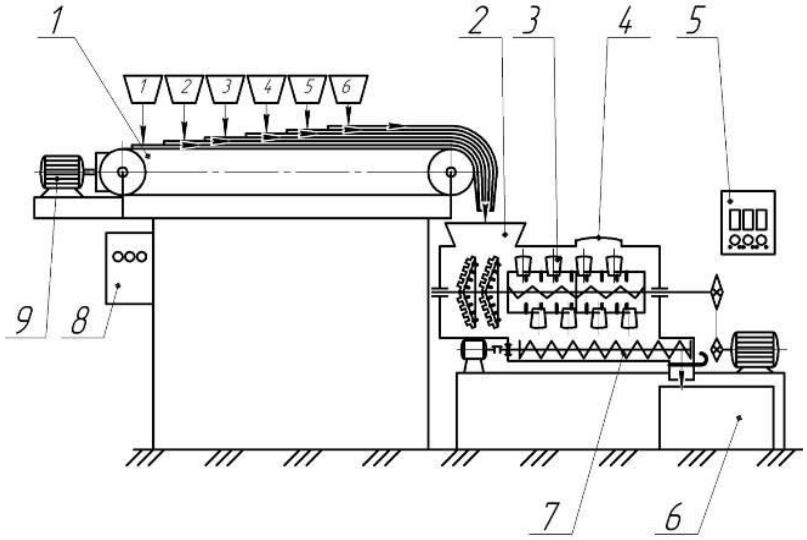


Рисунок 1 – Технологічна схема експериментального комбінованого стрічково-лопатевого двосекційного змішувача кормів
1 - завантажувальний транспортер; 2 – бункер; 3 – мішалка з гвинтовими та плоскими лопатями; 4 – оглядовий люк; 5 – пульт управління змішувачем; 6 – ємкість готової кормової суміші; 7 – вивантажувальний шнек; 8 - пульт управління транспортером; 9 – двигун приводу транспортера

Для досягнення поставленої мети визначався взаємний вплив одночасної зміни частоти обертання валу мішалки, ширини плоскої лопаті, кута нахилу лопаті до осі вала мішалки і тривалості часу змішування кормів на показники якості виконання процесу: однорідність суміші і потужність приводу вала змішувача.

Висновки. Проведені дослідження процесу змішування кормів та приготування збалансованої кормової суміші дозволили визначити раціональні конструктивні та режимні параметри розробленого двосекційного комбінованого змішувача. Запропонована конструкція змішувача забезпечує однорідність суміші V_0=95…98% та необхідну технологічну ефективність і надійність виконання процесу з мінімальними витратами енергії.

Список використаних джерел

1. Кравчук В.І., Луценко М.М., Мечта М.П. Прогресивні технології заготівлі, приготування і роздавання кормів. Киев: Фенікс, 2008. 104 с.
2. Лазаревич А. П. Однотипові кормосуміші для молочної худоби. *Тваринництво України*. 2007. № 4. С. 33-35.
3. Ревенко І.І., Брагінець М.В., Ребенко В.І. Машини та обладнання для тваринництва. *Кондор.*Київ. 2009.730 с. URL: http://www.twirpx.com/file/2085032/
4. Хмельовський В.С. Оцінка рівномірності змішування кормів. *Збірник тез доповідей XII Міжнародної науково-практичної конференції,* Київ НУБІП України. 2017. С. 77–78.

ІНВЕСТИЦІЙНА ПРИВАБЛИВІСТЬ ВИРОБНИЦТВА БІОГАЗУ В УКРАЇНІ

Т. Є. ТОМАШЕВСЬКА спеціаліст вищої кваліфікаційної категорії, викладач – методист ***ВСП ДАФК ЛНАУ***

На даному етапі розвитку суспільства однією з головних тем у всьому світі в галузі енергетики є виробництво енергії з відновлюваних ресурсів. У зв'язку із зростанням потреби, кількість підприємств з виробництва біогазу на протязі останніх років постійно зростає.

Можна відзначити такі напрями: спалювання в котельних агрегатах для нагрівання води та подачі її споживачам; підготовка біогазу й подача його в газорозподільні мережі місцевих споживачів природного газу (змішання з природним газом); очищення, осушення, стиснення і заправка біогазом газобалонних автомобілів, тракторів та інших сільгоспмашин; вироблення електроенергії тощо. Із різних джерел аналізу перспектив розвитку біогазових технологій в Україні можливо замістити від 2,6 до 8 млрд м3/рік природного газу.

Люди навчилися використовувати біогаз давно. У II столітті н. е. на території сучасної Німеччини існували примітивні біогазові установки.

Наукові дослідження з даної теми мають початок у XVII столітті. На основі таких досліджень створювались реальні біогазові установки. Перша задокументована біогазова установка була побудована в 1859 року в Індії у місті Бомбей. У 1895 році біогаз застосовувався у Великій Британії для вуличного освітлення. У 1930 р. були виявлені бактерії, що беруть участь у процесі вироблення біогазу.

В сучасних умовах енергозабезпечення в багатьох країнах Євросоюзу і світу в цілому біогаз являється суттєвою складовою енергобалансу. Так у Західній Європі близько половини птахоферм опалюються біогазом, а такі концерни як Volvo і Scania виробляють автобуси з двигунами, що працюють на

біогазі. Потужно розвивається будівництво біогазових установок в Китаї. Наприкінці 2006 р. діяло близько 18 млн біогазових установок, що дозволяє замінити 10,9 млн тонн умовного палива.

На загальному фоні озвучених країн Україна має значний енергетичний ресурс для виробництва біогазу. Маючи потужний агропромисловий сектор, що продукує значні обсяги органічних відходів, може стати одним із лідерів у його виробництві і використанні.

В наших умовах, як джерело енергії, біомасу можна застосовувати в процесі безпосереднього спалювання соломи, деревини тощо, які є органічними донними відкладами, а також в переробленому вигляді рідке: ефіри ріпакової олії та спирти чи газоподібне (біогаз) паливо, використовуючи при цьому фізичний, хімічний чи біологічний спосіб. Для прискорення процесу розкладання до декілька днів слід забезпечити максимально сприятливі умови.

Можна сказати, що біоенергетика, як напрямок, має глобальну перспективу для подальшого успішного розвитку всієї цивілізації, запобіганням наступним екологічним світовим кризам, підвищенню ефективності способів біологічного відновлення забрудненості ґрунтів, заміни агрохімікатів на нові біотехнологічні препарати. [1]

В процесі виробництва біогазу утворюється не тільки біогаз, а також залишки бродіння. Біогаз, в основному, складається з метану, який багатий на енергію, а також з вуглекислого газу з залишкових газів, до яких відноситься аміак, сірководень та водяна пара. Основним компонентом біогазу є горючий газ метан, при згорянні якого вивільняється енергія, яку використовують на потреби господарства.

Важливим також є те, що процес виробництва біогазу впливає і на екологію довкілля: дає змогу запобігти викиданню метану в атмосферу, знизити об'єми використання хімічних добрив, зменшити небезпеку для забруднення ґрунтових вод, а залишки бродіння можна використовувати як органічні добрива в природному кругообігу речовин. [3]

Для економіки України найбільш важливим є те, що вироблений біогаз є побічним продуктом в переробці органічних відходів. В основному, сировина для виробництва біогазу знаходиться на підприємствах і немає потреби в її закупівлі. Біогазова енергетика вирішує проблеми, які пов’язані із зайнятістю населення в сільських районах і підвищує їх реальні доходи. А впровадження даних технологій сприяє розвитку енергетичної інфраструктури сіл та рівні життя населення та сприятиме його збереженню. [3]

Суттєвою перевагою виробництва біогазу є використання поновлюваних джерел енергії. Широкий і постійно доступний спектр органічних речовин забезпечує постійне і безперервне виробництво біогазу і сприяє економії викопних енергоносіїв. У біогазових установках застосовуються перш за все екскременти тварин і відтворювана сировина. Набувають все більшого значення у виробництві біогазу і біогенні відходи харчової промисловості та побутові відходи. Що дає можливість створювати програми для конкретного

місця розташування та дозволить раціональне виробництво і використання біогазу.

Найчастіше у виробництві біогазу використовуються органічні добрива, оскільки вони утворюються у великих кількостях і доступні безкоштовно на багатьох сільськогосподарських підприємствах. Такі умови для України є досить сприятливими. [2].

Світове виробництво та використання біопалива характеризується досить високим рівнем розвитку, на що вплинули не лише інтенсивний розвиток промисловості, але і кількість країн, котрі активно почали працювати в даній галузі.

Інвестиційна привабливість виробництва біопального характеризується впливом наступних чинників: розвитком ефективних технологій, підтримкою за рахунок державних програм, та зростанням цін на традиційні енергоносії.

Наслідоком є те, що для сільського господарства з'являються нові ринки збуту продукції, які частково зменшують залежність від імпорту мінеральних добрив і палива та відповідно цін на них, а також зростають позитивні впливи на екологію.

Проблемами розвитку біоенергетичної галузі у контекстах економічного, екологічного, соціального та нормативно-правового аспектів займаються багато українських і зарубіжних вчених. На сьогодні питання розвитку біологічних джерел для виробництва енергії в Україні залишається відкритими. Це пов’язане з недосконалістю нормативно-правової бази регулювання, економічною та соціальною нестабільністю, що обмежує гарантії та стабільність постачальників енергетичних ресурсів на ринки.

У даній сфері розвитку законодавча база є фундаментальними основами розвитку та поширення біологічних типів пального.

У світовій практиці діють різні підходи для стимулювання виробництва альтернативних джерел енергії, зокрема біоенергетики. Серед лідерів з виробництва біопалива є США, Бразилія, країни Євросоюзу. Існуючі тенденції розвитку для кожної країни мають певні відмінності.

Уряд США в своїх нормативних документах та відповідних програмах значну перевагу надавав розвитку з виробництва біоетанолу, на противагу виробництва біодизельного пального.

Бразилія почала успішно розвивати виробництво біопалива із прийняттям у 1975році програми «Proalcool», якою передбачалось зменшення її залежності від імпортних поставок нафти та Запровадження податкових пільг.

Політика виробництва біопалива в ЄС визначається двома Директивами, які передбачала збільшення частки використання біопального у загальному споживанні. В порівнянні з світовою практикою, промисловість з виробництва біопалива в Україні фактично знаходиться на початковій стадії розвитку. В Укріїні тільки в 2000р було прийнято Закон "Про альтернативні види рідкого та газового палива», а в січні 2014 р. була встановлена нульова ставка акцизного збору. [4].

В умовах України для стимулювання розвитку ринку біологічного пального зі сторони держави необхідне надання гарантій по кредитах; зменшення податків на виготовлене біопальне, а також активне стимулювання їх виробництва; проведення науково-дослідних та проектно-конструкторських розробок з біоенергетики; здійснення демонстраційних проектів біопереробних заводів; мотивування до впровадження та розповсюдження етанолу Е85.

Прийнятий в 2000 році закон є важливим підґрунтям для формування і використання біоенергетичного потенціалу України, що сприятиме зацікавленості інвестувати кошти в галузь біоенергетики.

Для екології виробництво біогазу дозволить скоротити кількість викидів метану в атмосферу, В цьому процесі метан має в 21 раз сильніший негативний вплив, ніж двоокис вуглецю. Таким чином виробництво біогазу і подальше його використання для виробництва тепла і електроенергії є найефективнішим засобом боротьби з глобальним потеплінням. Біомаса, яка залишається після переробки відходів може використовуватись в сільському господарстві як добриво. Причому такі добрива значно краще і ефективніше впливають на ґрунт, на розвиток рослин та на ґрунтові води, на відміну від штучних добрив.

Список використаних джерел

1. Градовий В.В. Еколого-економічна оцінка та напрями забезпечення виробництва біогазу .Тернопіль. ТНЕУ. 2017р.

2. Виробництво і використання біогазу в Україні. http://www.uabio.org/img/files/news/pdf/biogas-arzinger-handbook.pdf

3. Технология использования биомассы в биогазовых установках // Т. Амон, Б. Амон, В. Дубровин и др. // Зб. наук. праць НАУ. – 2003. - №60. – С.18.

4. Закон України «Про альтернативні види палива» від 14.01.2000 № 1391-XIV Режим доступу: http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/1391-14.

УДК 631.363

MAIN ADVANTAGES OF FLAT MATRIX GRANULATORS

A. KOMAR, engineer
Dmytro Motornyi Tavria state agrotechnological university
E-mail: artem.komar@tsatu.edu.ua

An important element in the development of modern recycling of secondary materials is the choice of a rational method of compaction of raw materials, as well as the improvement, introduction of methods for their effective granulation, which, together with a significant decrease in volume, will allow maintaining the high quality of pressing bulk materials [1-2].

Now in the agro-industrial complex technologies of press granulation of pre-

crushed materials are used: feed mixtures, grass or bone meal, hay and other products for animals. Experts have substantiated the possibility of granulating more than 5000 different types of raw materials. The uniform structure of the granules is ensured by thorough mixing and subsequent pressing of the ingredients

In the production of granulated feed and their individual components in granulators, agricultural raw materials are processed, in the production of fuel granules – agricultural waste (for example, straw, husks, etc.), as well as in order to obtain granular intermediate products to increase the efficiency of the further technological process (for example, granulation of cake at oil extraction plants) [3].

Granulation plants are widely used in the agricultural industry, in particular in animal husbandry – in public and private enterprises. Depending on the capacity of the installation, its productivity can range from several hundred kilograms to several tons per day [4]. Granulators can perform both the main function of the production of combined feed for commercial purposes, and also play the role of auxiliary equipment for processing unused raw materials for further use and increasing the productivity of the farm. Mixing, pressing and crushing of feed masses to obtain a combined feed in granulators is carried out in a continuous mode. From a friable mixture, small, strong cylindrical granules are obtained, the diameter of which can vary from 2.4 mm up to 20 mm.

Due to the peculiarities of processing feed mixtures in granulators, additional advantages are achieved for the use of compound feed:

– disinfection by steam treatment, destruction of pathogenic fungi, bacteria, microbes;

– increasing the calorie content of the compound feed by reducing the volume while maintaining dry matter;

– ensuring the storage of the dry product for a longer time.

There are two types of feed granulation: dry granulation and wet granulation. Both options have their advantages. For example, in wet granulation, it is easy to obtain granules having different physical properties. You can make granules sinking or floating on water, or even hanging, i.e. such granules, which falling into the water very slowly, as if hanging, sink to the bottom.

Any granulator consists of the following main components:

– batcher;

– mixer;

– press;

– reducer.

To obtain identical granules, the raw material is fed through the batcher to the mixer, where it is mixed with water or treated with steam. The the raw material then enters the press and is rolled between the die and the press rollers. After pressing, the raw material is pressed through the channels of the matrix, at the exit from which we get solid granules.

Price of a granulator is one of the most common questions that novice farmers are interested. There are many factors that affect the price of a granulator. It all depends on the functions of the granulator and the manufacturer.

One of the main parts of the pellet making machine is the granulator matrix. There are two types of matrices – cylindrical and flat. Let us analyze the main advantages of a flat matrix granulator.

Although in a granulator with a flat matrix, if a bearing breaks down, a single roller cannot be replaced, but all rollers need to be replaced, in fact, a roller often cannot completely fail, it will only wear out, and bearings are replaced very quickly, literally within half an hour.

The flat matrix of the granulator is also replaced in 15-20 minutes. This is possible thanks to quick access to the working bodies. This feed granulator provides a continuous process for making pellets around the clock and non-stop, unlike a ring matrix granulator, which must be stopped frequently to clean the matrix.

As you know, the number of bearings in the mechanism significantly affects the uniformity of work and load reduction. The flat matrix feed granulator contains one shaft that connects all parts. This shaft is connected to the granulator drive and is constantly lubricated in an oil bath. If we compare the number of bearings that are mounted in the main shaft of the flat and annular matrix of the granulator, then the first has 4, while the second has 2+2. Correspondingly, the flat matrix of the granulator provides a better smoothness of the movement of the mechanism.

The cylindrical matrix of the granulator compensates for the lack of good pressure with a high speed, which is 5 times the speed of a flat matrix. This negatively affects the service life of the rollers and bearings, they require additional cooling. In the case of a flat matrix granulator, the mechanism is continuously lubricated and thus cooled.

Many engineering firms prefer flat matrixes with cylindrical holes because they are easier to drill. A thicker flat matrix is more durable and more reliable in operation. The cylindrical holes in the matrix are slightly countersinked, which makes it possible to push the mealy raw material and reduce the area between the holes. Nevertheless, thick matrices with tapered holes are used for special compound feed. The degree of compression of the product is changed by increasing the size of the sweep angle and the depth of the cone [5].

In addition to the matrixes, the rollers also have a great influence on the pressing process. They are made from special hardened steel. The surface of the rollers is grooved to reduce slip and to grip the granulated material. When the surface of the rollers wears out from the friction that occurs when they collide with the raw material and the matrix, the rollers are ground, grooved again or replaced. Usually, the matrix and rollers are replaced in one set. The worn-out rollers are not placed on the new matrix, and vice versa, since the surface of the worn-out rollers will spoil the surface of the new matrix. The matrix together with the rollers make up a single unit, so they work together and require correct installation. The gap between the rollers and the matrix determines the compression ratio. With the normal arrangement of the rollers, granules of the required strength emerge from the matrix surface. If the gap between the rollers and the matrix is increased, the preliminary compression of the granulated raw material layer occurs, the pressure in the holes of the matrix increases, and the granules come out with increased

hardness. In such cases, the matrices can be completely clogged with the product, and then the operation of the granulator stops [3].

Reference

1. Болтянська Н.І. Огляд способів ущільнення порошкоподібних та дрібних сипких матеріалів. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі. 2020. С. 238-243. [Електронний ресурс]. URL: http://www.tsatu.edu.ua/tstt/wp-content/uploads/sites/6/materialy-1-mnpk-tehnichne-zabezpechennja-innovacijnyh-tehnolohij-v-ahropromyslovomu-kompleksi-m.-melitopol-01-24.04.2020.pdf

2. Boltianska N., Skliar R. Definition of priority tasks for agricultural development. Abstracts of XIV International Scientific and Practical Conference «Multidisciplinary research». 2020. Pp. 431-433

3. Болтянська Н.І. Вимоги до матриці для преса-гранулятора. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі. 2020. С. 339-342. [Електронний ресурс]. URL: http://www.tsatu.edu.ua/tstt/wp-content/uploads/sites/6/materialy-1-mnpk-tehnichne-zabezpechennja-innovacijnyh-tehnolohij-v-ahropromyslovomu-kompleksi-m.-melitopol-01-24.04.2020.pdf

4. Boltianska N. Analysis of the positive aspects of the press technology - feed granulation. Інноваційні технології в агропромисловому комплексі. 2020. С. 21-24.

5. Болтянська Н.І. Дослідження впливу якості матриць на процес формування комбікормових гранул. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі». 2020. С. 478-482. [Електронний ресурс]. URL: http://www.tsatu.edu.ua/tstt/wp-content/uploads/sites/6/materialy-1-mnpk-tehnichne-zabezpechennja-innovacijnyh-tehnolohij-v-ahropromyslovomu-kompleksi-m.-melitopol-01-24.04.2020.pdf

УДК 664.7 (075.8)

РОЗРОБКА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ ПЕРСПЕКТИВНОГО ПНЕВМОТРАНСПОРТЕРА

О. І. ЄРЕМЕНКО, кандидат технічних наук, доцент
О. І. ДІДИК, студент магістратури
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: eremolex@nubip.edu.ua

Для ефективного використання пневмомеханічного транспортера, необхідно виконати наступні умови: у транспортному трубопроводі повинна створюватися суміш зерна і повітря. Якщо зерна буде занадто, то воно буде накопичуватися у трубопроводі, особливо у поворотному коліні, де зерно

починає рухатися у вертикальному напрямку. В іншому випадку, якщо зерна буде мало, втрачається продуктивність. Для установки сприятливого співвідношення зерна і повітря у трубопроводі використовується регулювання в соплі.

Сопло (рис. 1) має два регулювання. Перша регулювання здійснюється за допомогою рухомого корпусу (1), величина щілини входу зерна встановлюється за допомогою двох болтів М8, які знаходяться по обидві сторони сопла. Другий спосіб регулювання здійснюється за допомогою жерстяної заслінки з поздовжніми отворами. Повертаючи заслінку (2), закриваємо або відкриваємо отвори в корпусі сопла. При закритих отворах сопло буде засмоктувати зерна більше, при відкритих - менше. Таке регулювання має особливе значення у випадку значної довжини трубопроводу і вертикальної нагнітаючої частини трубопроводу. Основний принцип роботи: чим вище чи далі транспортується зерно, тим більше потрібно відкрити отвір, що призводить до одночасного зниження продуктивності транспортера.

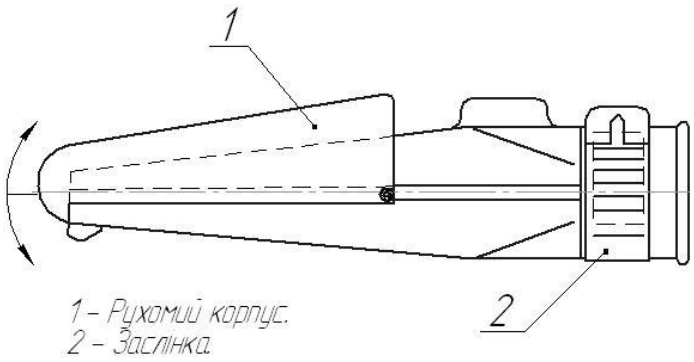


Рис. 1. Схема сопла перспективного пневмотранспортера

Сопло необхідно відрегулювати таким чином, щоб домогтися максимальної продуктивності транспортера (рис. 2). Регулювання залежить від виду зерна, його вологості і забруднення. Щоб домогтися правильної роботи транспортера необхідно після запуску транспортеру занурити сопло на 15 с в зерно, так щоб щілина входу була повністю покрита зерном. Буде чутний шум тертя зерна об стінки циклону і трубопроводу. Потім необхідно повністю вийняти сопло із зерна. Протягом 5 с ще буде чути шум транспортується зерна. Якщо шум буде чути більш тривалий час, це означає, що зерно скопилося в еластичному рукаві сопла; в цьому випадку необхідно більше відкрити від ¬ отвори регулюючої заслінки сопла. Ця дія необхідно повторити. Якщо зерно і далі буде скупчуватися в рукаві, необхідно зменшити отвір входу.

З допомогою регулювання сопла необхідно встановити такий стан регулюючий елементів, щоб домогтися найбільшої продуктивності. Слід надати увагу тому, що усередині циклону знаходиться сітковий фільтр, який запобігає потраплянню зерна на вентилятор. В разі великої забрудненості частками соломи, фільтр може забиватися цими забрудненнями. У такому випадку необхідно вимкнути вентилятор, від'єднати трубний з'єднувач, вийняти фільтр і

очистити його за допомогою щітки. Кожного разу після закінчення роботи: фільтр необхідно ретельно чистити.

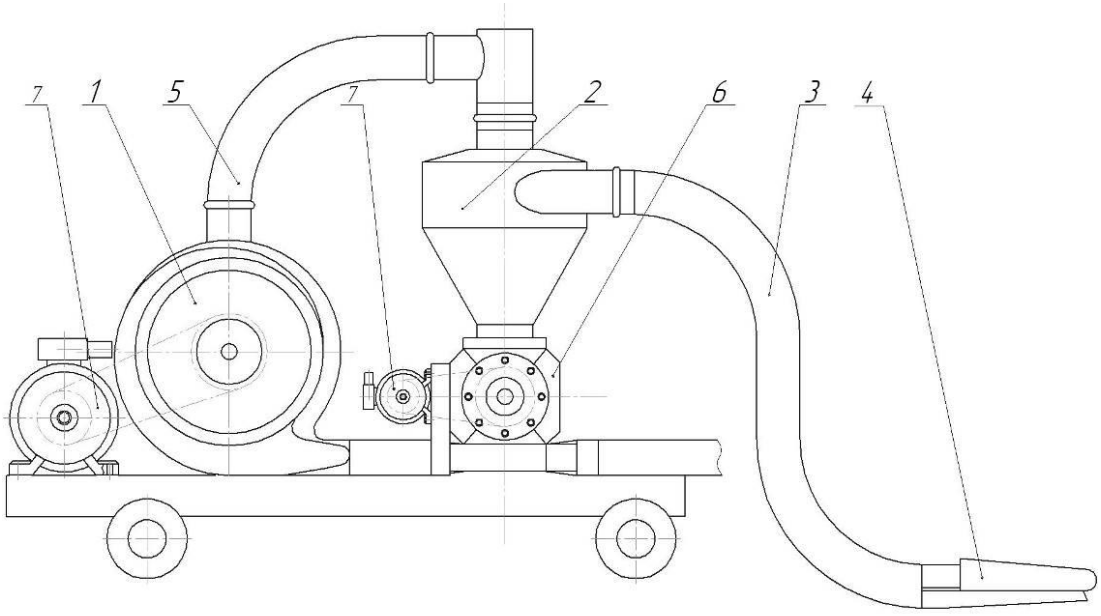


Рис. 2. Конструкційна схема всмоктувально-нагнітального транспортера: 1-вентилятор; 2-віддільник; 3-металопровід; 4-приймач; 5-пневматичний привод; 6-шлюзовий затвор; 7-електродвигун

Транспортер може працювати всмоктуючо-нагнітальному, так і в нагнітальному режимі. Циклон відокремлюється з трубопроводом до вентилятора.

Змішані пневмотранспортні установки найчастіше застосовуються для перевантажувальних робіт. Зерно, як правило, проходить через вентилятор, на що додатково витрачається значна енергія. Змішані установки переміщають сипкі матеріали з складів, автомашин і можуть подавати їх на висоту до 12 м.

Висновки. До переваг пневмотранспортерів у порівнянні з конвеєрними засобами варто віднести:

- можливість застосування складних транспортних трас значної довжини;
- низьку металоємність і простоту в експлуатації;
- високий рівень автоматизації процесу транспортування;
- герметичність і безшумність в роботі;
- на порядок зменшує вміст дробленого зерна.

Запропонована функціонально-конструкційна схема повітряно-транспортувального зернового модуля типу Т-207 дає можливість підвищити продуктивність та якість роботи транспортерів, застосовувати їх на переробці різних видів зерна.

Список використаних джерел

1. Зарницына Э.Г. Вентиляционные установки и пневмотранспорт / Э.Г. Зарницына, О.Н. Терехова. – Барнаул: АлтГТУ, 2011. − 228 с.

2. Дідик О.І., Єременко О.І. Вимоги до пневмомеханічних транспортувальних / Наукові здобутки студентів у дослідженнях технічних та біоенергетичних систем природокористування // 74-ї Всеукраїнська науково-практична студентська конференція: збірник тез. Київ, 16–20 березня 2020 р. С. 6-8.

Секція 4 *«Конструювання машин і обладнання»*

UDC 534-143:633.1

DEVICE FOR ULTRASOUND PROCESSING OF SUSPENSIONS

V.V. BRATISHKO, doctor of technical sciences, senior researcher
M.O. UMANSKYI, master's student
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
E-mail: vbratishko@nubip.edu.ua

Modern technologies for processing plant raw materials in the production of biofuels to increase the availability of cellulose and hemicellulose use a wide range of physicochemical methods. Recent trends indicate a significant potential and possible prospects for industrial application of such methods of action on lignocellulosic biomass, which are characterized by the effects of high hydrostatic pressure, microwaves, and ultrasound [1]. The use of ultrasound is a promising method to increase the efficiency of lignocellulosic biomass processing of plants, which is used in various technologies of biomass processing [2, 3], in particular, in the technology of bioethanol, methane, etc. [4].

Today there is a wide range of devices for ultrasonic processing of liquids, suspensions, and mixtures (patents of Ukraine №№ 30358, 108589, 112827, etc.), which usually contain a working chamber, pipes for supply and discharge of the treated liquid, suspension or mixture, ultrasonic emitters oscillations of different design, shut-off and control valves.

A common disadvantage of these devices is the low efficiency of their use in technological processes involving the long-term effect of ultrasound on the treated liquid heterogeneous medium, for example, on various suspensions. Thus, in the preparation of substrates based on aqueous suspensions of crushed vegetable raw materials in biofuel technologies, the duration of ultrasonic treatment can be tens of minutes [2], which is due to the need to destroy lignin-cellulose complexes of plant raw materials. This duration of treatment necessitates the use of low values of the velocity of the medium in the cavitation chamber, which leads to possible stratification of the medium, and, consequently, to a decrease in the overall efficiency of the ultrasonic treatment process. To increase the efficiency of ultrasonic processing of suspensions, we have proposed a new design of such a device (figure).

The peculiarity of the device is that it consists of series-connected sections of a single cavitation chamber, each of which houses ultrasonic emitters with a flat surface of radiation. Sections 3 are connected in series by means of inlet 2 and outlet flanges 4. On the bottom and outer sides of each section are placed four ultrasonic emitters 1 with a flat radiation surface, two of which are placed on the lower wall of the section, one on the same wall with the inlet flange, and another on the sidewall of the section adjacent to the inlet flange. In the middle of each section is a prism 5, designed to ensure the effective movement of the suspension in the cavitation chamber.

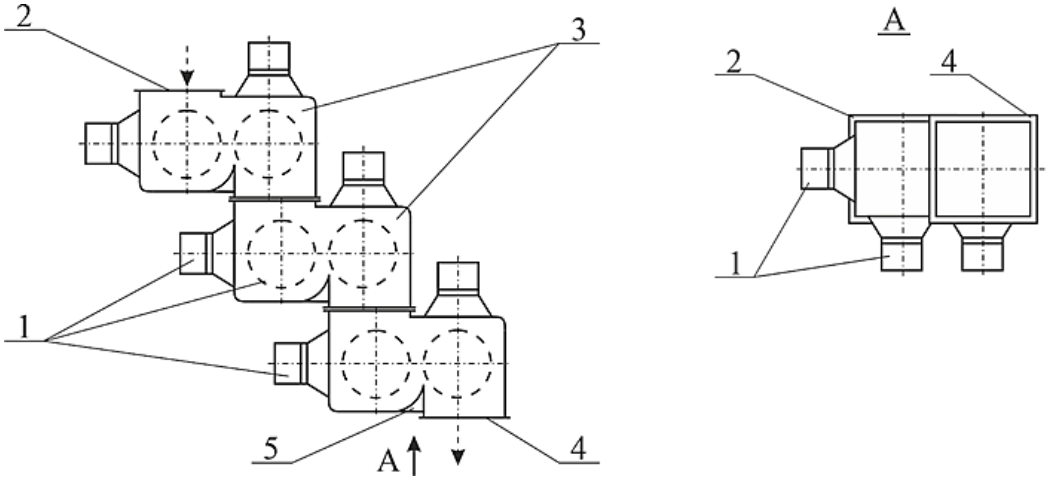


Figure – Scheme of a device for ultrasonic processing of suspensions

The device for the ultrasonic processing of suspensions works as follows. The suspension to be sonicated is fed through the inlet element of the shut-off valve and the inlet flange 2 to the first section 3 of the cavitation chamber. Under the action of ultrasonic emitters 1, is the cavitation processing of the suspension. The ultrasonic emitters 1 located on the bottom of section 3 prevent precipitation of particles suspended in the suspension and ensure the homogeneity of the suspension, and the ultrasonic emitters 1 and the prism 5 located on the sidewalls of section 3 provide effective movement of the suspension inside section 3 in the direction of exhaust flange 4. If the cavitation chamber consists of one section, the processed suspension is discharged through the outlet flange 3 and the outlet element of the shut-off valve, otherwise - goes to the next section 3 of the cavitation chamber for further processing, where the process is repeated.

The proposed technical solution of the device for ultrasonic processing of suspensions provides efficient ultrasonic cavitation treatment of suspensions in the stream. Sequential placement of sections allows the assembly of a cavitation chamber of the required volume and ensures efficient treatment of suspensions for a given processing time. The placement of ultrasonic emitters on the bottom of the sections prevents the precipitation of suspended particles of the suspension, increases the homogeneity of the suspension and the efficiency of its processing. Ultrasonic emitters located on the sidewalls of the sections and the prism provide efficient movement of the suspension from the inlet to the outlet flanges inside each section without the formation of stagnant zones, promote mixing and increase the overall efficiency of the process.

Bibliography

1. Hassan, S.S., Williams, G.A., & Jaiswal, A.K. Emerging technologies for the pretreatment of lignocellulosic biomass. Bioresource Technology. 2018. Vol. 262. P. 310-318.

2. Saif Ur Rehman, Muhammad, Kim, Ilgook, Chisti, Yusuf, Han, Jong-In. Use of ultrasound in the production of bioethanol from lignocellulosic biomass. Energy, Education, Science and Technology. 2013. Vol. 30. P. 1391-1410.

3. Muthuvelu, K.S., Rajarathinam, R., Kanagaraj, L.P., Ranganathan, R.V., Dhanasekaran, K., Manickam, N.K. Evaluation and characterization of novel sources of sustainable lignocellulosic residues for bioethanol production using ultrasound-assisted alkaline pre-treatment. Waste Management. 2019. Vol. 87. P. 368-374.

4. Bundhoo, Z.M.A., Mohee, R. Ultrasound-assisted biological conversion of biomass and waste materials to biofuels: A review. Ultrasonics Sonochemistry. 2018. Vol. 40. P. 298-313.

УДК 629.584

DEVELOPMENT OF LAB INSTALLATION OF INVERTED PENDULUM

YU. ROMASEVYCH, D.T.S., Prof.,
V. LOVEIKIN, D.T.S., Prof.,
O. ZARIVNIY, student,
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
E-mail: romasevichyuriy@ukr.net, lovvs@ukr.net, Alex-zar@ukr.net

Lab installation was designed via Solidworks software. Elements of fastening of step drive, encoder, rigid coupling were printed with a 3D-printer of the Department of design of machines and equipment of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. In fig. 1 one may see the elements of the lab installation.

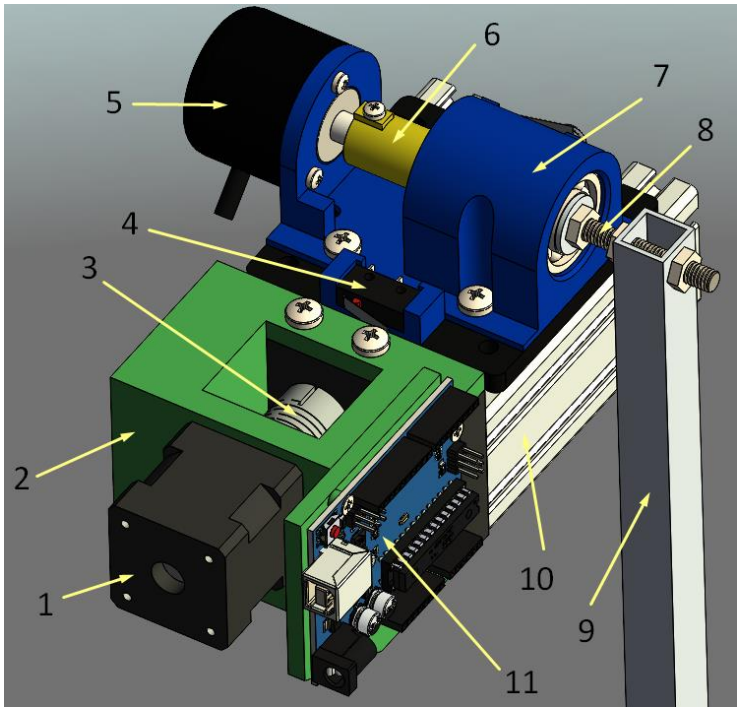


Fig. 1 – Model of the inverted pendulum lab installation, which has been developed in Solidworks

In fig. 1 one may observe the following elements:
1) step motor SY35ST36-1004A;
2) fastening of step motor and plane to the aluminum profile;
3) rigid coupling;
4) end switch;
5) encoder E40S8-2000-3-T-24;
6) rigid coupling for the encoder and the pivot shafts connection;
7) cover of the bearing and fastening of encoder to the trolley;
8) the shaft of the pendulum;
9) pendulum, which is made of the aluminum profile;
10) trolley with aligning and the screw;
11) microcontroller Arduino UNO.

The appearance of the installation is presents on the fig. 2.

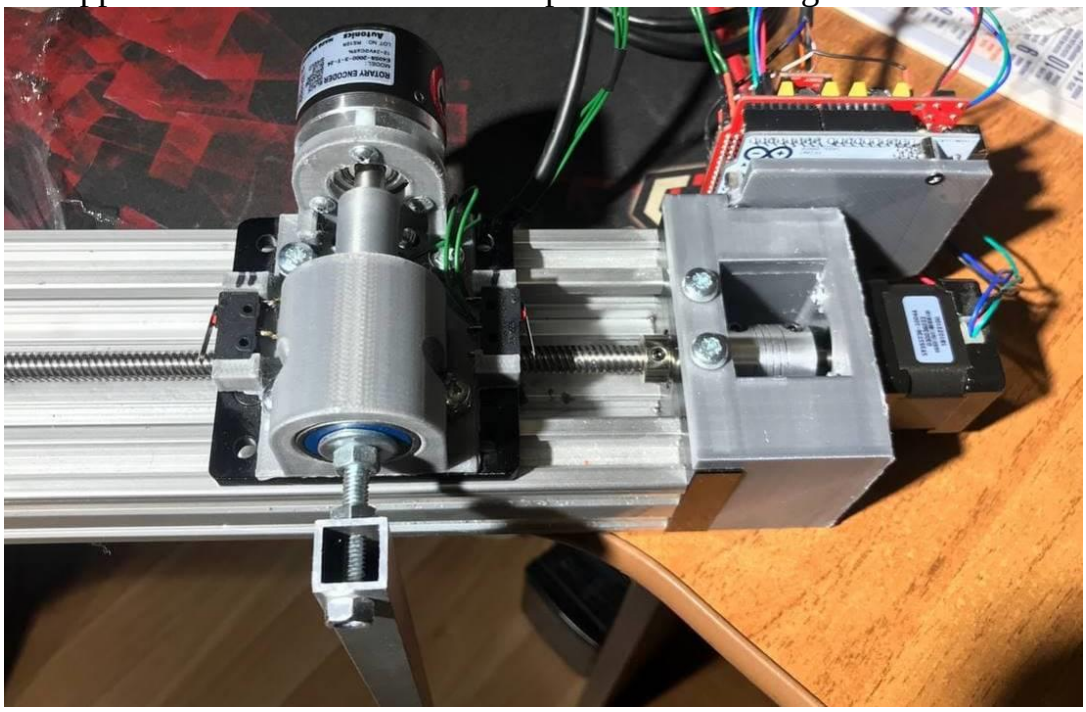


Fig. 2 – Appearance of the lab installation of the inverted pendulum

The main parameters of the lab installation are listed below:
1) the length of the aligning is 50 sm;
2) the work distance for the trolley movement is 41,7 sm;
3) the step of the screw 8 mm;
4) the length of the pendulum is 49 sm;
5) the mass of the trolley is 100 g;
6) the mass of the pendulum is 60 g;
7) maximal speed of the motor is 31 revolutions per second;
8) maximal speed of the trolley is 25 sm/s;
9) maximal axial force is 50 N;
10) the moment of inertia of the pendulum is 50 kg·mm^2;

In the following, the lab will be used for carrying out experimental researches. Their goal is connected with stating the adequacy of theoretical results, which have been obtained previously.

УДК 621.87

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМУ ПУСКУ КОВШОВОГО ЕЛЕВАТОРА ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ ЗЕРНА

О. М. БОЖОК, студент,
В. С. ЛОВЕЙКІН, д.т.н., проф.,
А. П. ЛЯШКО, к.т.н.
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: lovvs@ukr.net

Ковшові елеватори з гнучким тяговим органом знайшли широке застосування на складах зберігання зерна, переробних підприємствах зерна, хлібопекарному виробництві, комбікормових заводах тощо. При роботі ковшових елеваторів в елементах приводу, гнучкого тягового органа та всієї металоконструкції виникають значні динамічні навантаження коливального характеру, викликані зміною сил опору при заповненні зерна в ковші, та його вивантаженні, пусковими та гальмівними процесами приводного механізму, а також зміною повітряного потоку в транспортувальних трубах. Все це приводить до передчасного зношування та руйнування тягового органу, елементів приводного механізму та всієї металоконструкції, а в ряді випадків до виникнення аварійних ситуацій. Особливо важкий режим руху ковшового елеватора спостерігається в процесі пуску приводного механізму при завантажених зерном ковшах, В такому випадку виникають найбільші динамічні навантаження, що діють на елементи конструкції та приводного механізму.

Для зменшення динамічних навантажень в процесі пуску ковшового елеватора запропоновано визначати оптимальні режими руху на цій ділянці. Для проведення оптимізації режиму пуску ковшового елеватора розроблено його динамічну модель, яка представлена у вигляді двох зосереджених мас, що рухаються поступально і з'єднані між собою пружним елементом. Однією із зосереджених мас є зведена до тягового органу маса елементів приводного механізму, а іншою масою є маса тягового органу із завантаженими зерном ковшами на робочій гілці конвеєра. В якості пружного елементу, що з'єднує зведені маси, використана робоча ділянка тягового органу, за величину сили опору використана вага зерна в ковшах на робочій гілці конвеєра та сила опору при завантажуванні зерна ковшами. За критерій оптимізації обрано середньоквадратичне, за час пуску, значення рушійного зусилля приводного

механізму, Обраний критерій являє собою інтегральний функціонал, мінімізація якого дозволила отримати функціональні залежності кінематичних характеристик зведених мас, рушійного зусилля приводу та зусилля в пружному елементі у вигляді гладких функцій без будь-яких коливань. Це вказує на те, що отриманий режим пуску ковшового елеватора забезпечує мінімальні динамічні навантаження в передавальному механізмі та конструкції.

УДК 621.87

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМУ РУХУ ШНЕКОВОГО КОНВЕЄРА ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ КОРМІВ

С. О. КРИНИЦЬКИЙ, студент,
В. С. ЛОВЕЙКІН, д.т.н.,проф.,
А. П. ЛЯШКО, к.т.н.
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: lovvs@ukr.net

Шнекові конвеєри використовуються в різних галузях виробництва, зокрема, в аграрному виробництві вони знайшли широке застосування в тваринництві для приготування та роздавання кормів, Багатоцільове використання шнекових конвеєрів пов’язане з тим, що вони одночасно можуть виконувати декілька функцій, крім транспортування кормів, вони можуть їх перемішувати, сортувати та ущільнювати. При виконанні таких технологічних операцій в елементах приводного механізму та робочого органу (шнека) виникають значні динамічні навантаження, які впливають на якість виконання робочого процесу і приводять до руйнування елементів приводу та робочого органу. Для дослідження динамічних процесів в шнекових конвеєрах розроблена двомасова динамічна модель, де за першу масу обрана зведена до осі повороту шнека маса елементів приводу, а другою масою є власне обертальний шнек, до якого зведена маса вантажу, що транспортується, Обидві обертальні маси з’єднані між собою пружним елементом, що імітує пружні властивості приводного механізму та самого шнека. Рушійний момент приводного електродвигуна моделюється статичною механічною характеристикою, що визначається за формулою Клосса і зведений до осі повороту шнека. Момент сил опору прикладений до другої зведеної маси і визначається складовими сил опору переміщення вантажу шнековими конвеєрами. Для такої динамічної моделі з обертальними зведеними масами за допомогою рівнянь Лагранжа другого роду складено математичну модель руху шнекового конвеєру, яка представляє собою систему двох нелінійних диференціальних рівнянь другого порядку, які розв’язувались чисельними

методами. Аналіз отриманих результатів показав, що швидкості та прискорення зведених мас змінюються нерівномірно при наявності коливань. Такий же характер зміни пружного моменту, який діє між зведеними масами, що вказує на наявність значних динамічних навантажень, що діють в приводі та на робочому органі. Для зменшення динамічних навантажень проведено оптимізаціє режиму пуску шнекового конвеєра. При оптимізації режиму пуску за критерій оптимізації взято середньоквадратичне значення швидкості зміни пружного моменту в пружному елементі, що з'єднує зведені маси протягом процесу пуску, Цей критерій досягає мінімуму на функціях, що є розв'язком рівняння Пуассона. В результаті розв'язку поставленої варіаційної задачі отримали режим руху шнекового конвеєру, який забезпечує плавну зміну кінематичних характеристик зведених мас і мінімізує динамічні навантаження.

УДК 621.87

ДИНАМІЧНИЙ АНАЛІЗ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМУ ПЕРЕМІЩЕННЯ ВІЗКА КОЗЛОВОГО КРАНА ЗА ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

Н. С. КЛАПОУШЕНКО, студентка,
В. С. ЛОВЕЙКІН, д.т.н.,проф.,
А. П. ЛЯШКО, к.т.н.
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: lovvs@ukr.net

Козлові крани широко використовуються при перевантажені різних вантажів, зокрема, і різної сільськогосподарської техніки, яка, як правило, має досить значні габаритні розміри та вагу. Переміщення таких вантажів козловим краном на гнучкому підвісі є досить небезпечним з причини виникнення маятникових коливань, які можуть призвести до пошкодження як самої техніки, так і вантажопідйомного крана, а також до можливої появи аварійних ситуацій. Тому виникає потреба в дослідженні самих коливань великогабаритних вантажів на короткому гнучкому підвісі при переміщенні візка козлового крана. Проведемо динамічний аналіз маятникових коливань вантажу на гнучкому при переміщенні візка козлового крана. Для проведення такого аналізу побудуємо динамічну модель руху «візок-вантаж». В якості динамічної моделі використаємо двомасову динамічну модель рухомого математичного маятника, де в якості першої маси використано масу візка, до якого приєднана зведена маса приводного механізму, а другою масою виступає маса вантажу, що з'єднана з першою масою за допомогою гнучкого канату. Рушійною силою в

такій моделі виступає зведений до осі приводних коліс візка рушійний момент приводного електродвигуна, а силою опору вважаємо сили від тертя в приводних та опорних колесах, нахилу до горизонту напрямних руху візка та від вітрових навантажень. Для такої динамічної моделі за допомогою принципу Даламбера складено диференціальні рівняння руху візка з вантажем, які є нелінійними, тому для їхнього розв'язку використано чисельні методи з використанням комп'ютерної програми. З розв'язку цих рівнянь встановлено, що кінематичні характеристики візка та вантажу мають явно виражений коливальний характер зі значною амплітудою коливань, що є ознакою значних динамічних навантажень в приводному механізмі та металоконструкції візка та крана в цілому, Для зменшення цих навантажень та усунення коливань вантажу на гнучкому підвісі проведено оптимізацію режиму руху на ділянках пуску та гальмування, За критерій оптимізації обрано середньоквадратичне відхилення пришвидшень візка та вантажу, в результаті мінімізації якого отримали режим руху візка з вантажем, який до мінімуму зводить коливання вантажу на гнучкому підвісі під час пуску та гальмування та усуває їх на ділянці усталеного руху та під час зупинки візка.

УДК 621.87

ДИНАМІЧНИЙ АНАЛІЗ МЕХАНІЗМУ ПІДЙОМУ ВАНТАЖУ КОЗЛОВОГО КРАНА ДЛЯ ГНОЄСХОВИЩ

Б. Л. ЦИЗЬ, студент,
В. С. ЛОВЕЙКІН, д.т.н., проф.,
А. П. ЛЯШКО, к.т.н.
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: lovvs@ukr.net

Вантажопідйомні крани широко застосовуються в усіх галузях виробництва, зокрема, і в аграрному виробництві. Для механізації гноєсховищ широко використовуються козлові крани з грейферними захватними органами. При взаємодії грейфера з робочим середовищем в елементах тягового органу механізму підйому вантажу та металоконструкції крана виникають значні динамічні навантаження, які негативно впливають на роботу крана в цілому. Наявність таких навантажень приводить до зменшення продуктивності крана при навантаженні гною в транспортні засоби, а також до зниження надійності роботи самого крана. При роботі козлових кранів на гноєсховищах найбільш інтенсивно і при найбільших навантаженнях працює механізм підйому вантажу. Тому виникає задача дослідження динамічних навантажень, які

виникають в приводі та металоконструкції крана при роботі механізму підйому вантажу.

Для дослідження динамічних процесів в механізмі підйому вантажу розроблено його динамічну модель, яка представлена у вигляді двомасової моделі з пружним зв'язком мас. Основним пружним елементом в механізмі підйому вантажу є його поліспастна система, тому за пружний елемент динамічної моделі використано саме пружні характеристики цієї системи. Першою масою динамічної моделі виступає зведена до тягового органу, що намотується на приводний барабан, маса приводного механізму, а другою масою моделі є маса вантажу, яка також зведена до цього ж тягового органу. В якості рушійного зусилля динамічної моделі використано рушійний момент на валу електродвигуна, який описується за формулою Клосса і також зведений до тягового органу. За силу опору прийнята вага вантажу та грейферу разом з зусиллям, яке необхідно подолати при відриві завантаженого в грейфер гною від загального масиву, яка також зведена до тягового органу. Для такої динамічної моделі за допомогою рівнянь Лагранжа другого роду побудовано математичну модель механізму підйому вантажу, яка представляє собою систему двох нелінійних диференціальних рівнянь другого порядку, розв'язок яких здійснено чисельними методами за допомогою комп'ютерної програми. В результаті розв'язку системи диференціальних рівнянь отримали в графічному вигляді переміщення, швидкості та пришвидшення першої та другої зведених мас, а також зусилля в пружному елементі (канат, що намотується на барабан). З отриманих залежносте вдалося встановити, що всі вони мають коливальний характер зі значно амплітудою коливань. Це вказує на наявність значних динамічних навантажень в елементах приводу механізму підйому вантажу та металоконструкції крана. Для зменшення цих навантажень необхідно оптимізувати режими перехідних процесів пуску та гальмування механізму підйому вантажу з використанням інтегральних динамічних критеріїв.

УДК 621.87

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМУ ПІДЙОМУ ВАНТАЖУ БАШТОВОГО КРАНА ДЛЯ СІЛЬСЬКОГО БУДІВНИЦТВА

Д. О. ШЕРЕМЕТ, студент,
В. С. ЛОВЕЙКІН, д.т.н., проф.,
А. П. ЛЯШКО, к.т.н.
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: lovvs@ukr.net

Останнім часом в сільському будівництві отримали значне поширення мобільні баштові крани, які монтуються на транспортних засобах або мобільних платформах. Такі крани досить швидко переміщуються між об'єктами будівництва і витрачається мала тривалість часу на підготовку до роботи. Разом з тим, до роботи мобільних баштових кранів висуваються підвищені вимоги до стійкості змонтованої конструкції під час виконання навантажувальних, розвантажувальних, транспортних та монтажних робіт. Підвищити стійкість таких баштових кранів можна шляхом зменшення динамічних навантажень на елементи конструкції під час роботи кранових механізмів. Основним механізмом баштових кранів є механізм підйому вантажу, який має найбільшу потужність приводного механізму серед усіх інших механізмів і сприймає найбільші навантаження, серед яких значну долю мають динамічні навантаження. Ці навантаження передаються на металоконструкцію крана і негативно впливають на його стійкість під час роботи механізму підйому вантажу. При цьому найбільші динамічні навантаження в елементах приводу механізму підйому вантажу та всієї металоконструкції крана виникають на ділянках перехідних процесів роботи крана при пуску та гальмуванні. Для зменшення динамічних навантажень під час пуску механізму підйому вантажу запропоновано оптимізувати режим руху на цій ділянці. Оптимізацію проведено на базі розробленої двомасової динамічної моделі механізму підйому вантажу, де за першу масу прийнято зведену до тягового канату масу власне механізму підйому, а другою масою виступає зведена до цього ж канату маса вантажу. На базі такої динамічної моделі складено диференціальні рівняння руху механізму підйому. За критерій оптимізації обрано середньоквадратичне значення пружного зусилля в тяговому органі за час пуску механізму підйому вантажу. Цей критерій являє собою інтегральний функціонал, умовою мінімуму якого є рівняння Ейлера-Пуассона, розв'язок якого дає оптимальний режим руху механізму підйому вантажу під час пуску. Отриманий оптимальний режим пуску механізму підйому вантажу забезпечує плавну зміну кінематичних характеристик (швидкостей та пришвидшень) зведених мас, а величина тягового зусилля в канаті змінюється також плавно без наявності коливань. Отже, отриманий

оптимальний режим пуску механізму підйому зводить до мінімуму дію динамічних навантажень в його елементах та конструкції крана.

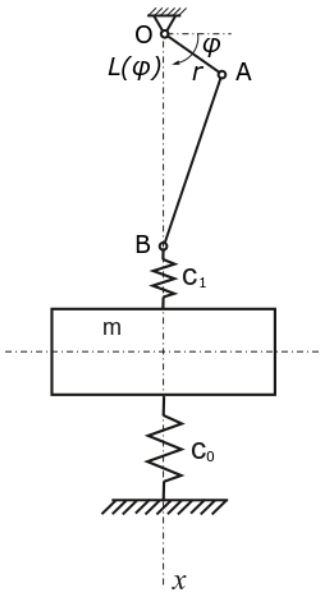
УДК 631.01:534.1

ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ РЕЗОНАНСНИХ ПАРАМЕТРІВ ВІБРАТОРА З КІНЕМАТИЧНИМ ЗБУДЖЕННЯМ

О. М. ЧЕРНИШ, кандидат технічних наук, доцент,
М. Г. БЕРЕЗОВИЙ, кандидат технічних наук, доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: chernysh@nubip.edu.ua, berezovyi@nubip.edu.ua

Характер і особливості застосування вібраційних методів у виробництві позитивно впливають на продуктивність і якість переробки продукції при сепарації, транспортуванні, розсіюванні. Широко відомі ґрунтообробні, коренеклубнезбиральні машини із вібраційними робочими органами, а також інше обладнання й устаткування, для проектування та аналізу роботи якого необхідно проводити розрахунки коливань та вібрацій.

Не зважаючи на відносну простоту структурної схеми, задача створення реальних вібраційних машин для аграрних і переробних підприємств на практиці стикається з певними труднощами. Це пов'язано зі складністю фізичних процесів, які виникають при взаємодії вібраційних робочих органів машини з оброблюваним середовищем або сировиною. Належне обґрунтування теоретичних основ і принципів дії вібраційних машин, підвищення їх технологічної та енергетичної ефективності, є вкрай важливим завданням. Метою досліджень є теоретичне визначення максимальних резонансних амплітуд і відповідних значень фази та частоти обертання приводу вібратора з кінематичним збудженням та аналіз отриманих виразів.



Результати. Розглянуто вібраційну механічну систему із кінематичним збудженням, що має коливальну масу m, яка сполучена з кінематичним приводом і основою за допомогою пружних елементів відповідної жорстокості c_1 і c_0 (рис.).

Рух даної коливальної системи, яка має один ступінь вільності, в загальному випадку описується системою диференціальних рівнянь виду

$$\left.\begin{aligned} \ddot{x} + \omega^2 x &= \varepsilon f_1(x, \dot{x}, \ddot{x}, \varphi, \dot{\varphi}, \ddot{\varphi}), \\ \ddot{\varphi} &= \varepsilon f_1(x, \dot{x}, \ddot{x}, \varphi, \dot{\varphi}, \ddot{\varphi}). \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

де x – лінійне переміщення системи; φ – кутове переміщення валу привода; ε –

малий параметр нелінійності системи; ω – частота власних коливань.

Розв'язок системи (1) у зоні резонансної частоти можна знайти асимптотичним методом. Загальний розв'язок матиме вигляд:

$$\left.\begin{aligned} x &= A\sin\psi + \varepsilon u_1(A,\theta,v,\varphi)+\dots \ , \\ \psi &= \frac{p}{q}\varphi + \theta, \\ \frac{d\varphi}{dt} &= v + \varepsilon v_1(A,\theta,v,\varphi)+\dots \ . \end{aligned}\right\} \qquad (2)$$

де A, θ, v – відповідно амплітуда, фаза і частота коливань; θ – фаза; ν – частота (середнє за цикл значення кутової швидкості обертання валу привода); p, q – цілі взаємно прості числа, які підбираються в залежності від розглядаємого резонансу. Параметри A, θ, v як функції від часу:

$$\left.\begin{aligned} \frac{dA}{dt} &= \varepsilon a_1(A,\theta,v) + \varepsilon^2\dots \ , \\ \frac{d\theta}{dt} &= \omega - \frac{P}{q}v + \varepsilon b_1(A,\theta,v) + \varepsilon^2, \\ \frac{dv}{dt} &= \varepsilon c_1(A,\theta,v) + \varepsilon^2. \end{aligned}\right\} \qquad (3)$$

За параметр A приймемо повну амплітуду основної гармоніки коливань, а за параметр v – середнє за цикл значення кутової швидкості валу привода. Це означає відсутність у складі функції u_i першої гармоніки аргументу ψ, а у складі функції v_i – сталої складової, вільної від φі ψ.

Перейменувавши в (1) змінні відповідно до (2), із врахуванням (3) і вимог, що накладені на функції u_i і v_i, після перетворень можна шукати функції амплітуди, фази коливань і кутової швидкості у зоні резонансу. Чисельне інтегрування рівнянь (3) дозволяє отримати картину проходження системи через резонанс. Підбір початкових параметрів викликає труднощі. Але у багатьох практичних випадках достатньо мати тільки максимальні значення амплітуди і частоти, при яких спостерігаються ці максимуми. В такому разі для знаходження максимумів амплітуди і відповідних значень фази і кутової швидкості можна скористатись умовами:

$$\frac{dA}{dt} = 0, \qquad \frac{d^2\theta}{dt^2} = 0, \qquad \frac{d^2v}{dt^2} = 0, \qquad \frac{d^2A}{dt^2} < 0 \qquad (4)$$

Застосувавши умови (4) до системи (3), отримаємо систему рівнянь:

$$\left.\begin{aligned} a_1 &= (A,\theta,v) = 0, \\ \left(-\frac{p}{q} + \varepsilon\frac{\partial b_1}{\partial v}\right)\cdot\frac{dv}{dt} + \varepsilon\frac{\partial b_1}{\partial\theta}\cdot\frac{d\theta}{dt} &= 0, \\ \frac{\partial c_1}{\partial v}\cdot\frac{dv}{dt} + \frac{\partial c_1}{\partial t}\cdot\frac{d\theta}{dt} &= 0, \\ \frac{\partial a_1}{\partial\theta}\cdot\frac{d\theta}{dt} + \frac{\partial a_1}{\partial v}\cdot\frac{dv}{dt} &< 0. \end{aligned}\right\} \qquad (5)$$

Рівняння (5) разом з (3) є системою кінцевих рівнянь, із яких можна визначити максимуми амплітуд і відповідні їм значення фази і частоти.

Визначимо резонансні значення вібраційного приводу з кінематичним збудженням, рух якого описаний системою диференціальних рівнянь:

$$\left.\begin{aligned} m\ddot{x} + \beta x + cx &= c_1 r \sin\varphi\,, \\ J\ddot{\varphi} &= L(\dot{\varphi}) - H(\dot{\varphi}) + c_1 r(x - r\sin\varphi)\cos\varphi\,, \end{aligned}\right\} \qquad (6)$$

де зведена жорсткість системи $c = c_0 + c_1$.

В (6) силу опору коливальним рухам приймемо у вигляді лінійної функції швидкості $\beta\dot{x}$; момент сил опору обертання ведучої ланки – у вигляді функції $H(\dot{\varphi})$; J – момент інерції обертальних мас. Вважаємо, що рушійний момент привода $L(\dot{\varphi})$ також є заданою функцією.

Досліджуємо коливання вібраційної системи в зоні основного резонансу, коли $p = q = 1$, вважаючи, що сила збудження $c_1 r\sin\varphi$ і сила тертя βx відносно малі у порівнянні з іншими силами системи. Будемо мати:

$$\left.\begin{aligned} &c_1 r\sin\theta + \beta A\omega = 0, \\ &-\frac{1}{J}\left[L(v) - H(v) + \frac{1}{2}rc_1 A\sin\theta\right] + \frac{c_1 r\sin\theta}{2\omega mA}\left[\omega - v - \frac{c_1 r\cos\theta}{2\omega mA}\right] = 0, \\ &\frac{\alpha}{J}\left[L(v) - H(v) + \frac{1}{2}rc_1 A\sin\theta\right] + \frac{1}{2}rc_1 A\cos\theta\left[\omega - v - \frac{c_1 r\cos\theta}{2\omega mA}\right] = 0, \end{aligned}\right\} \qquad (7)$$

Розв’язавши систему (7), отримуємо вирази для знаходження максимальних амплітуд і відповідних значень фази і частоти збудження:

$$\left.\begin{aligned} A &= \sqrt{\frac{1}{2}\left(\frac{c_1 r}{\beta\omega}\right)\left(1 + \sqrt{1 - 4\gamma^2}\right)}, \\ \sin 2\theta &= -2\gamma, \\ L(v) - H(v) - \frac{J\beta v}{2m} &= \frac{1}{2}\beta A^2\omega - \frac{J\beta}{2m}\left(\omega - \frac{\beta\alpha}{2\omega(mA)^2}\right) \end{aligned}\right\} \qquad (8)$$

Звичайно, величина сили опору $\beta\omega$ значно менша величини сили збудження $c_1 r$, тому можна прийняти, що $\gamma \ll 1$. Враховуючи дане припущення і те, що у стаціонарному режимі коливань резонансне значення амплітуди буде дорівнювати $A_{\text{р}} = \frac{c_1 r}{\beta\omega^2}$, у першому наближенні можна прийняти $A \approx A_{\text{р}}\left(1 - \frac{\gamma^2}{2}\right)$. Отже, максимальне значення амплітуди A в перехідному режимі буде менше значення резонансної амплітуди у стаціонарному режимі. Шляхом змін динамічних характеристик двигуна вібропривода можна впливати на максимальні амплітуди при проходженні коливальної системи через резонанс і у період пуску вібромашини.

Висновки. Розглянуто розв’язок диференціальних рівняння руху вібромашини разом із кінематичним приводом. Методом перших наближень отримано загальний розв’язок рівнянь руху при переході через резонанс даної коливальної механічної системи. Знайдені вирази для максимальних резонансних амплітуд і відповідних значень фази та частоти збудження вібромашини. Отримані вирази дають можливість проаналізувати динамічні процеси у період розгону та вибігу вібраційної машини з кінематичним збудженням.

УДК 621.867.42

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ І РЕЖИМІВ РОБОТИ АКТИВАТОРА СУШАРКИ НАСІННЯ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО

В. Б. ОНИЩЕНКО доцент, к.т.н.,
А. О. МОРОЗОВ, студент магістратури
НУПіП України
Р. В. КІРЧУК, доцент, к.т.н.,
А. А. ЯЩУК, доцент, к.т.н.,
Луцький національний технічний університет

Для дослідження впливу геометричних параметрів і режимів роботи активаторів сушки насіння льону олійного на інтенсивність перемішування і ступінь пошкодження насіння льону олійного, а також обґрунтування найбільш раціональних геометричних параметрів і режимів роботи активаторів для перемішування насіння льону олійного була розроблена спеціальна установка, зображена на рис. 1.

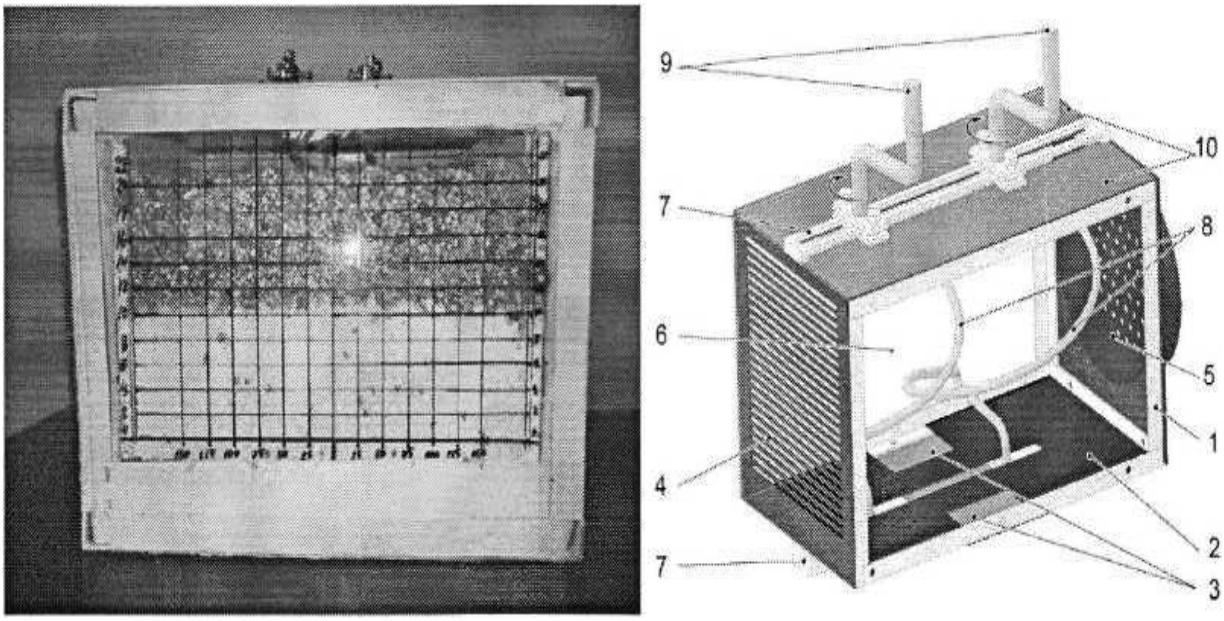


Рис. 1. Установка для дослідження перемішування матеріалу

1 - рама; 2 - днище; 3 - вивантажувальний пристрій; 4 - решітка для відведення повітря; 5 - решітка для підведення нагрітого повітря з фланцем; 6 - прозора стінка; 7 - направляючі; 8 - змінні активатори; 9 - рукоятки; 10 - кришка

Конструкція установки для дослідження перемішування сипкого матеріалу передбачає можливість встановлення змінних активаторів 8 з різним

кроком і діаметром спіралі. Також передбачена можливість регулювання міжосьової відстані між активаторами, що закріплюються на нижній і верхній направляючих 7. Необхідна частота обертання активаторів забезпечується обертанням рукояток 9. Передбачена можливість подачі нагрітого повітря на матеріал через решітку 5 з фланцем для приєднання вентилятора з калорифером. Змінні кришки 10 дозволяють завантажувати матеріал у. верхній частині установки. Вивантажування матеріалу здійснюється через вивантажувальний пристрій 3 у нижній частині установки.

Розроблена установка дає можливість дослідити перемішування мате-ріалу залежно від таких факторів:

- крок циліндричної спіралі активаторів;
- діаметр витка спіралі активаторів;
- частота обертання активаторів;
- міжосьова відстань між сусідніми активаторами;
- температура і швидкість подачі сушильного агента на вологий матеріал (забезпечується додатково приєднаним вентилятором з калорифером);
- структура сипкого матеріалу і його фізико-механічні властивості.

Найбільш ефективними для перемішування і розпушування матеріалу є активатори з діаметром D_s = 0,25 м у формі спіралі і кроком k_s=0,3м. Ступінь перемішування матеріалу прямо пропорційний кількості обертів активаторів і, меншою мірою, залежить від частоти обертання. Для ефективного розпушування і перемішування матеріалу в процесі сушіння, без його пошкодження частота обертання активаторів повинна бути 5-7 об/хв.

Список використаних джерел

1. Кірчук Р.В. Моделювання процесу сушіння сипких сільськогосподарських матеріалів у рухомому шарі / Р.В. Кірчук, Л.Ю. Забродоцька, А.А. Ящук // Сільськогосподарські машини. 36. наук. ст. - Вип. 22 - Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛНТУ, 2012-С. 94- 100.

2. Кірчук Р.В. Моделювання процесу сушіння шару сипкого матеріалу / Р.В. Кірчук, А.А. Ящук // Актуальні проблеми та перспективи науки і виробництва (технічний напрямок): XXVI наук.-техн. конф. проф.-викл. скл. : тези доп. - Луцьк, 2010. - С.160-162.

УДК 621.81

АНАЛІЗ РОБОТИ ПІДШИПНИКОВИХ ВУЗЛІВ ІЗ ЛІНІЙНИМИ ПІДШИПНИКАМИ КОЧЕННЯ

В. М. РИБАЛКО к.т.н., доц.,
Н. В. МАТУХНО ст.викл.,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: Vyacheslav_rybalko@ukr.net, matuhno@ukr.net

У сучасному машинобудуванні для забезпечення лінійного переміщення із мінімальними втратами і точністю позиціювання пристроїв, які забезпечують виконання певного технологічного процесу використовують вузли із напрямними валами і лінійними підшипниками. Подібні конструкції використовують у виробництві верстатів із ЧПУ: фрезерів, плазморізів, лазерів, 3Dпринтерів.

Лінійний підшипник складається із циліндричної гільзи, у якій розміщено сепаратор із кульками, на кінцях гільзи встановлено ущільнення. За конструкцією лінійні підшипники розподіляють на:

- підшипники із пластиковим або сталевим сепаратором (для використання в умовах високих температур);
- підшипники закритого типу (для звичайних валів);
- підшипники відкритого типу для валів на опорах;
- прорізні підшипники (із регульованим радіальним зазором):

Існує два стандарти розмірів на лінійні підшипники, напрямні вали і рейки: японський – LM та європейський – KB або LME. Наприклад: LM16UU – d=16мм – внутрішній діаметр; D = 28мм – зовнішній діаметр; C=37мм – довжина підшипника; внутрішня оболонка – пластик, 5 рядів кульок (сталь GCr15); зовнішнє кільце – хромована сталь GCr15, вартість підшипника – 33 грн. Підшипник працює у парі із лінійним презеційним валом SF16 (L=1000мм – довжина; d=16мм – діаметр); матеріал: С45 або СК55, поверхня – HRC60…64, вартість 348грн.

Усі типи підшипників встановлюють на круглих валах, або на профільних рейкових напрямних, які мають більшу жорсткість. Профільні рейкові напрямні NB – високоточні лінійні підшипники великої жорсткості, вони мають незначне тертя, відсутність заклинювання, плавність переміщення, значні навантаження. Напрямні NB складаються із рейки із прецезійно обробленими доріжками кочення та блоку лінійного переміщення (каретки), яка складається із корпусу, роликів (кульок), системи утримання роликів.

Швидкість руху для направляючих валів - v_{max}=2м/с, для рейкових напрямних - v_{max}=5м/с. Для направляючої рейки SEBS5B, яка має розміри: H=6мм – висота профілю; B=12 мм – ширина профілю, навантажувальна здатність зазначена через C=0,52кН – динамічна вантажопідйомність; C_0=0,76кН – статична вантажопідйомність. Для направляючої рейки

SEBS20BY, яка має розміри: H=25мм; B=46мм; відповідно C=14,88кН а C_0=21,21кН.

Розрахунок (вибір) рейкових напрямних NB полягає у визначенні номінального ресурсу:

- для кулькових підшипників:

$$L = (\frac{f_c}{f_w} \times \frac{c}{p})^3 \times 5, \text{ (км)}$$

де L – номінальний ресурс (км); f_c – коеф-т спряження; f_w- коеф-т навантаження; c – базова динамічна вантажопідйомність, Н; p – навантаження, Н.

- для роликових підшипників:

$$L = (\frac{f_c \times f_т}{f_w} \times \frac{c}{p}) \times 5, \text{ (км)}$$

де $f_т$ – температурний коеф-т (всі коефіцієнти – табличні значення), [2].

Якщо довжина ходу та частота переміщень постійні, ресурс рейкових напрямних та підшипників визначають у годинах:

$$L_h = \frac{L \times 10^3}{2 \times l_s \cdot n_1 \cdot 60}; \text{ (год)}$$

де, L_h - ресурс у годинах; L – номінальний ресурс у (км); l_s – хід каретки, мм; n_1 – кількість циклів за 1 хв.

Номінальне навантаження на напрямні SEB(S) визначають із врахуванням динамічної C та статичної C_0 вантажопідйомності:

за динамічною C вантажопідйомністю:

- вертикальне навантаження (радіальна сила F_r);

1,0×C

- горизонтальне навантаження (осьова сила F_a);

0,89×C

за статичною C_0 вантажопідйомністю:

- вертикальне навантаження

1,0×C_0

- горизонтальне навантаження

0,84×C_0

Для переміщення на напрямних валах використовують лінійні підшипники різких виробників, у тому числі фірми SKF (Швеція). Так, кульковий лінійний підшипник цього виробника, із позначенням LBBR3, має параметри: F=3мм – діаметр внутрішнього кільця; D=7мм – діаметр зовнішнього кільця, C= 10мм – довжина циліндра, характеризується навантажувальною здатністю: C=60Н – динамічна вантажопідйомність, C_0=44Н - статична вантажопідйомність. Підшипник цього ж виробника із позначенням LBBR50, із розмірами: F=50мм; D=62мм; C=70мм, відповідно має значну навантажувальну здатність: C=6950Н; C_0=6300Н. Подібну навантажувальну здатність можна порівнювати із кульковими радіальними сферичними (багаторядні), 1203 – C=6130Н – динамічна вантажопідйомність, та 1207- C_0=6780Н – статична вантажопідйомність.

Висновки.

Відмінності у роботі підшипникових вузлів із лінійними підшипниками кочення можна розділити на переваги та недоліки у порівнянні із роботою із звичайними підшипниками кочення.

Переваги:

- рівномірність розподілу навантаження між тілами кочення, що позитивно впливає на довговічність підшипників;
- менші контактні напруження на поверхні тіл кочення та напрямних поверхнях;
- більша жорсткість підшипникового вузла, особливо при використанні профільних напрямних;
- сприймання одночасно радіального і осьового навантаження;
- висока точність підшипників;
- мала маса;
- простота монтажу підшипникових вузлів;
- помірні ціни.

Недоліки:

- обмежені швидкості руху;
- складність конструкції та проблемна сепарація тіл кочення.

Список використаних джерел

1. Електронний ресурс: https://unitech.com.ua/opory-vala/
2. Електронний ресурс: https://refit.com.ua/ua/sensorni-paneli-operatora.html
3. Електронний ресурс: arduiono.ua/cat313-podshipniki-lineinie

УДК 67.02

СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ ФОРМУВАЛЬНОЇ ГОЛОВКИ КРИВОЛІНІЙНОЇ ФОРМИ ПРЕСА

С. І. ЛЕВКО, старший викладач
О. М. КРУПИЧ, к. т. н.
Я. В. СЕМЕН, к. т. н.
Львівський національний аграрний університет
E-mail: stepanlevko3@gmail.com

На сьогодні більшість пресів для переробки різних матеріалів (керамічних, полімерних, харчових, кормових) мають формувальні головки складної конструкції, що являють собою в основному комбінаціїї циліндричної та конічної форм. Така конструкція пресів недостатньо враховує особливості поведінки рослинної маси, що піддається ущільненню, та не враховує збільшення опору переміщенню її у робочому та формувальному каналі, що, у свою чергу негативно впливає на енергоємність процесу [1].

Як показали проведені нами дослідження [2;4] найдоцільнішим є використання формувальних головок із робочим каналом, що має змінний поперечний переріз та криволінійну поверхню, в якості якої запропоновано використовувати криволінійну форму, що описується рівнянням трактриси [8]. Завдяки особливостям цієї кривої (природна крива найменшого опору) запропоновану конструкцію головки шнекового преса можна використовувати з метою зниження опору переміщенню різних матеріалів.

Рівняння трактриси має такий вигляд:

- у параметричній формі

$$\begin{cases} x = a\ln\left(\operatorname{tg}\dfrac{t}{2}\right) + a\cos t \\ y = \sin t \end{cases} \quad \frac{\pi}{2} \le t < \pi, \tag{1}$$

- після виключення параметра t :

$$x = a \cdot \ln\left(\frac{a + \sqrt{a^2 - y^2}}{y}\right) - \sqrt{a^2 - y^2}, \tag{2}$$

де a – довжина дотичної трактриси;

t – кут між дотичною до трактриси та додатним напрямом осі абсцис.

Можна навести такі способи виготовлення формувальної головки із криволінійною поверхнею:

- методом виливки;

- на токарному-гвинторізному верстаті за допомогою шаблона або фасонного різця;

- на вертикально-фрезерному верстаті за допомогою фасонної фрези;

- на токарному (універсальному) верстаті з числовим програмним керуванням.

На сьогодні найдоступнішим є спосіб виготовлення кривих внутрішніх поверхонь на горизонтально-токарних верстатах із числовим програмним керуванням.

Перед безпосереднім виготовленням необхідно виконати відповідні креслення та підготовчі операції.

Крім робочих креслень формувальної головки, необхідно виконати 3D модель за допомогою ПК та відповідного програмного забезпечення: AutoCAD, Компас 3D, 3D Max, Autodesk Inventor, Solidworks тощо. Для прикладу було розроблено 3D модель за допомогою системи проектування Компас 3D (рис. 1): вхідний діаметр отвору 56 мм, вихідний – 20 мм, довжина робочого каналу – 61 мм і довжина кривої по осі – 21 мм. Крива (трактриса), що є твірною криволінійної поверхні, побудована за відомою методикою [3].

Вибір способу виготовлення формувальної головки з криволінійною поверхнею буде залежати від їх необхідної кількості. Зважаючи на неоднакову вартість виготовлення виробів тим чи іншим способом, доцільно враховувати кількість і вартість, що будуть взаємозалежні.

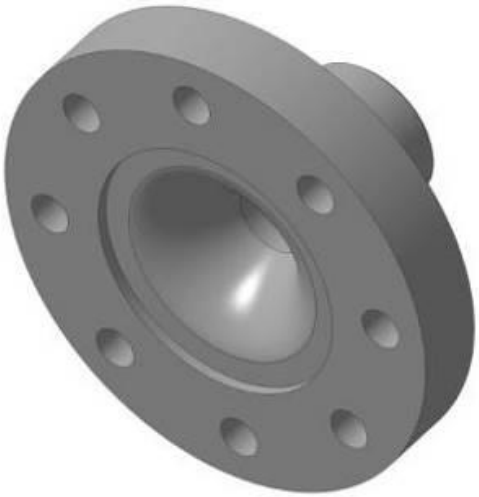


Рис. 1. 3D модель формувальної головки.

Порівняльна оцінка вартості виготовлення криволінійної поверхні головок преса показала, що запропонований спосіб більш доцільний для невеликої кількості виробів, а для масового виробництва дешевшим і простішим буде виготовлення виробів з використанням фрезерних верстатів.

Список використаних джерел

1. Кузенко Д. В., Левко С. І. Обґрунтування конструкції формувальної головки преса для рослинних матеріалів. Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження. 2012. № 16. С. 246-253.

2. Кузенко Д. В., Левко С. И. Синтез криволинейной поверхности формовочной головки пресса растительных материалов. MOTROL. Comission of Motorization and Energetics in Agriculture. Lublin, 2013. Vol.15, No.4. P. 244–249.

3. Левко С. І. Огляд теорій процесу пресування. Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження. 2010. №15. С. 458-467.

4. Grochowicz J., Andrejko D., Mazur J. Wpływ wilgotności i stopnia rozdrobnienia na energię zagęszczania i wytrzymałość brykietów łubinowych. MOTROL. Motoryzacja i energetyka rolnictwa. Lublin, 2004. T. 6. S. 96–103.

УДК 351.811.122:614

ДОРОЖНІЙ ТРАВМАТИЗМ ЯК ГЛОБАЛЬНЕ НАВАНТАЖЕННЯ НА ОХОРОНУ ЗДОРОВ'Я

А. Д. ДОМАСКІНА, студентка,
І. О. КОЛОСОК, к.пед.н., доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
E-mail: kolosok@nubip.edu.ua

Щорічно в результаті дорожньо-транспортних пригод гине понад 1,35 мільйона осіб. На пішоходів, велосипедистів та мотоциклістів припадає 54 відсотки всіх випадків смерті в результаті ДТП в усьому світі. На країни з низьким і середнім рівнем доходу, на які припадає 85 відсотків від загальної чисельності населення і 60 відсотків від загального числа транспортних засобів, доводиться 93 відсотки всіх смертей, пов'язаних з дорожньо-транспортними пригодами. Крім того, загибель і інвалідність людей ведуть до величезної емоційної і фінансового навантаження на постраждалі сім'ї. Аварії в основному можна запобігти. Кожна врятоване життя або відвернена важка травма знижує біль і страждання людей і зберігає значні економічні витрати.

Кожна людина регулярно використовує дороги – як автомобіліст або пішохід, велосипедист або мотоцикліст. Кожен розраховує закінчити свою подорож не отримавши травми, і в більшості випадків ці очікування виправдовуються. Те, наскільки часто подорож закінчується благополучно, призвело до явища, яке Всесвітня організація охорони здоров'я назвала “оптимістичним упередженням”: аварії на дорозі – рідкість, і якщо взагалі бувають, то тільки з іншими. На жаль, при такому високому рівні особистої безпеки ми не беремо до уваги той факт, що навіть в самих передових країнах ми змушені платити неприпустимо високу ціну дорожньому травматизму [1]:

- у результаті аварій на дорогах у всьому світі щороку гине приблизно 1,2 мільйона осіб, і ще 50 мільйонів отримують травми;
- у країнах-членах ОЕСР та Міжнародного транспортного форуму на дорогах щорічно гине 180000 осіб, тобто, в середньому – одна смерть кожні три хвилини;
- у більшості країн вартість дорожніх аварій становить від 1% до 3% ВВП.

Травми зі смертельними наслідками – це результат лише невеликої частини всіх ДТП, в той час як жертвами менш тяжкого травматизму стає набагато більше людей, сімей і цілих країн у всьому світі. Можна привести, наприклад, наступні дані: за існуючими оцінками близько 100 мільйонів сімей постраждали в результаті загибелі або інвалідності своїх членів, які потрапили в дорожню аварію; це веде до величезного емоційного і фінансового стресу; поширеними наслідками є зубожіння, депресія, фізичні захворювання та самогубства.

В останні десятиліття багато зусиль у всьому світі спрямовано на боротьбу зі зростаючою проблемою дорожнього травматизму. Вводилися в дію різні програми на місцевому, регіональному, національному та міжнародному рівні, іноді спрямовані на рішення широкого діапазону проблем, пов'язаних з дорожньою безпекою, іноді – на вирішення індивідуальних проблем, в тому числі: перевищення швидкості, водіння в нетверезому вигляді або недосвідченість водіїв. Ефективність даних програм була найрізноманітнішою: хоча багато країн (особливо – країни з високим рівнем доходів) досягли значного прогресу в скороченні дорожнього травматизму, але в інших країнах число жертв дорожнього травматизму зросла.

Список використаних джерел

1. URL: https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/08towardszeroru.pdf (дата звернення: 09.02.2021)

УДК 351.811.122

СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХ

І. О. КОЛОСОК, к.пед.н., доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: kolosok@nubip.edu.ua

Комплексний збір і аналіз даних відіграє найважливішу роль у розробці ефективних стратегій безпеки, постановці завдань, розробці і визначенні пріоритетності заходів, що вживаються, а також у моніторингу ефективності проведених програм. Для того, щоб виробити показники рівня безпеки дорожнього руху, необхідна перш за все надійна і достовірна статистика зіткнень, яка доповнена демографічними даними та інформацією про обсяги дорожнього руху за видами трафіку. Показники рівня безпеки можна використовувати також в якості проміжних завдань (наприклад, рівні використання ременів безпеки і шоломів, перевищення швидкості і проїзду на червоне світло). Дані про інфраструктурні чинники (протяжність дороги по відношенню до ризику аварій, середня швидкість руху та ін.) теж важливі.

Висота планки досягнень у сфері безпеки дорожнього руху в різних країнах буде відрізнятися в залежності від уже існуючого рівня безпеки. У деяких промислово розвинених країнах така планка, як завдання знизити рівень

смертності на дорогах до 6 смертельних випадків на 100000 мешканців, буде вважатися високою. Інші країни вже досягли цього рівня і будуть прагнути підвищити планку. Максимально високий рівень завдань – це нульова кількість смертей і травм, і він заснований на переконанні, що будь-який рівень важкого травматизму в системі дорожнього транспорту слід вважати

неприйнятним. Такий погляд найбільш формальним чином закріплений в політиках дорожнього руху в Нідерландах і Швеції, відомих як, відповідно, “Стійка безпеку” і “Нульова перспектива, що слугують прикладами системного підходу до безпеки. Аналогічний підхід поширений і в системах інших видів транспорту і вже кілька десятиліть є основою програм безпеки для авіації, залізничного та водного транспорту.

Системний підхід до безпеки – це єдиний спосіб досягти в перспективі нульового рівня смертності і важкого травматизму на дорогах, і для нього потрібне проектування дорожньої системи, в якій передбачені і враховуються людські помилки. Системний підхід до безпеки має наступні характеристики [1]:

- він визнає, що, незважаючи на всі профілактичні зусилля, користувачі доріг будуть як і раніше робити помилки, і аварії будуть відбуватися;
- він підкреслює, що учасники проектування системи дорожнього транспорту повинні приймати і розділяти відповідальність за безпеку системи, а користувачі системи повинні брати відповідальність за дотримання правил і обмежень системи;
- він пов'язує рішення з управління безпекою з більш широкими рішеннями в галузі транспорту і планування, які спрямовані на досягнення більш загальних економічних, людських та екологічних цілей.
- він сприяє формуванню заходів, спрямованих на довгострокові цілі, замість того, щоб покладатися на “традиційні” заходи, які накладають обмеження на будь-які довгострокові цілі.

Фундаментальна стратегія системного підходу до безпеки полягає в забезпеченні того, щоб в разі ДТП енергія зіткнення залишалася нижчою порога, за яким імовірна або загибель, або важка травма. Цей поріг буде різним для різних сценаріїв ДТП в залежно від рівня захисту, який запропонований користувачам доріг, які потрапили в ту чи іншої аварії. Наприклад, шанси на виживання для незахищеного пішохода, збитого автомобілем, стрімко зменшуються при швидкості, що перевищує 30 км/год., в той час як для належним чином пристебнутого водія або пасажира автомобіля критична швидкість становить 50 км/год. при бічному зіткненні і 70 км/год. при лобовому зіткненні.

Системний підхід до безпеки придатний для країн з будь-яким рівнем безпеки дорожнього руху, хоча конкретні заходи в різних країнах, ймовірно, будуть різними. Повне усунення смертності і важкого травматизму становить довгострокову мету, яку можна поєднувати з традиційними заходами, які застосовуються на проміжних етапах для забезпечення негайних вигід для безпеки.

Список використаних джерел

1. URL: https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/08towardszeroru.pdf (дата звернення: 07.02.2021)

УДК 631.3:634.5

РОТОРНИЙ УДАРНИЙ СТРУШУВАЧ ДЛЯ ЗБИРАННЯ ВОЛОСЬКИХ ГОРІХІВ

О. М. КРУПИЧ, кандидат технічних наук, доцент
Р. С. ШЕВЧУК, доктор сільськогосподарських,
кандидат технічних наук, доцент
Я. В. СЕМЕН, кандидат технічних наук, доцент
С. І. ЛЕВКО, старший викладач
Львівський національний аграрний університет
С. О КРУПИЧ, науковий співробітник
Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»
E-mail: krupycholeh@gmail.com

В Україні значно зросли площі промислових садів волоського горіха, що вступили в плодоношення. Для збирання горіхів в агротехнічні терміни необхідні значні затрати трудових ресурсів. Найпоширеніша в Україні ручна технологія збирання не вирішить даного питання, а механізована технологія із застосуванням плодозбиральних машин загального призначення не завжди ефективна під час збирання волоських горіхів [1].

Як показали попередні дослідження, за рахунок великої жорсткості штамбів та крони дерев волоського горіха доцільно струшувати плоди нанесенням декількох ударних імпульсів по шамбах чи скелетним гілкам. Генерувати ударні імпульси можна роторними ударними струшувачами плодів [2, 3]. Але існуючі конструкції передбачають збирання яблук з малогабаритних дерев інтенсивного саду з діаметрами штамбів дере, що не перевищує 120 мм. Запропонована конструкція модернізованого роторного ударного струшувача для збирання волоських горіхів.

Для струшування горіхів, на попередньо підготовлену поверхню міжряддя під кронами дерев, доцільно використати роторний ударний струшувач (рис. 1), який складається з роторного ударника 1, що монтується на рамі 2 та приводиться в обертовий рух високомоментним гідродвигуном 4 через клинопасову передачу 3. Рама струшувача навішується збоку на енергетичний засіб 6 (трактор класу 1,4) за допомогою паралелограмної начіпки 5 положення якої змінюється гідроциліндром, що забезпечує регулювання нанесення удару по штамбу дерева на необхідній висоті та переведення струшувача у транспортне положення.

До рами струшувача кріпиться копір 7 у вигляді жорсткої консолі з розміщеними на її кінці гнучкими пружними елементами 8 , що допомагає оператору скеровувати трактор на заданій віддалі від ряду дерев для гарантованої взаємодії ударного ролика зі штамбами 9.

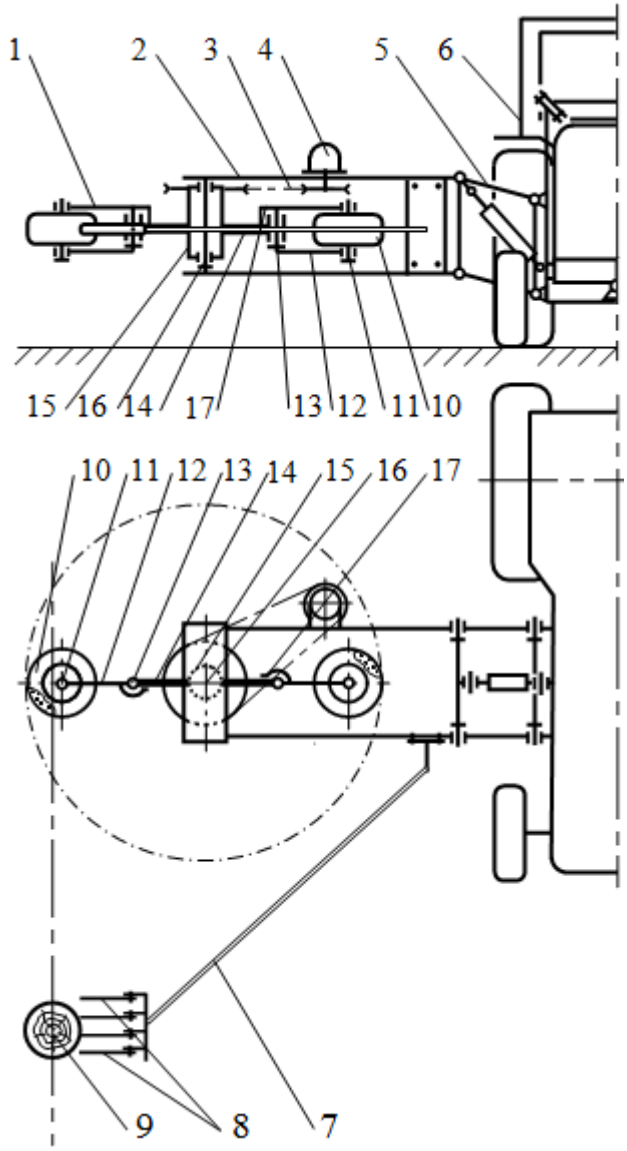


Рис. 1. Схема роторного ударного струшувача волоських горіхів:
1 – роторний ударник;
2 – рама;
3 – клинопасова передача;
4 – гідродвигун;
5 – паралелограмна начіпка;
6 – енергетичний засіб;
7 – копір;
8 – гнучкі пружні елементи;
9 – штамб дерева;
10 – ролики;
11, 13, 16 – осі;
12 – поводки;
14 – кривошипи;
15 – маточина;
17 – упори

Робочими органами роторного ударника 1 є ролики 10, що виконані у вигляді гумових пустотілих оболонок частково заповнених сипким матеріалом (полімерні чи капронові гранули), з метою збільшення площі контакту ролика зі штамбом і більш рівномірного розподілу тиску по ній, що запобігає пошкодженню кори в місця нанесення удару. Ролики 10 обертаються на осях 11, які у свою чергу через поводки 12, вісь 13 та кривошипи 14 кріпляться до маточини 15. Маточина 15 на підшипниках монтується на вісі 16, що кріпиться до плит рами струшувача 2 та приводиться в обертовий рух гідродвигуном 4 через клинопасову передачу 3. Кутові переміщення поводків обмежуються упорами 17.

Агрегат заїжджає в міжряддя саду і рухається з постійною швидкістю вздовж ряду дерев, так щоб копір 7 гнучкими пружними елементами дотикався штамба дерева. Оператор вмикає гідродвигун струшувача, що приводить в обертання маточину 15 на вісі 16, кривошипи14 і поводки 12 з роликами 10. Ролики наносять удари по штамбу, що приводить до опадання горіхів під крону

дерева, на завчасно підготовлену поверхню. Як правило, міжряддя промислових садів волоського горіха залужуються, а міжсовбурні смуги обробляються. Перед збиральними роботами необхідно попередньо скосити траву у міжрядді саду.

Запропонований струшувач можна використати для збирання горіхів із зупинкою біля дерева. В цьому випадку можна використати уловлювальні полотна, що розстеляються під кроною дерев.

Після струшування горіхи підбираються з землі вручну з використанням спеціальних підбирачів механічної чи пневматичної дії. Підбирання горіхів з землі можна механізувати та використати самохідні чи монтовані на тракторі підбирачі для волоських горіхів.

Використання запропонованого роторного ударного струшувача волоських горіхів дозволить підвищити продуктивність збиральних робіт та дозволить зібрати врожай з великих площ в агротехнічні терміни.

Список використаних джерел

1. Крупич О., Семен Я., Крупич Р., Буртак В. Аналіз способів, технологічних схем і засобів для збирання волоських горіхів. *Теорія і практика розвитку агропромислового компоексу та сільських територій*: матеріали XXI Міжнар. наук.-практ. форуму, 22 – 24 вересня 2020 р. Львів: ННВК «АТБ», 2020. С. 258 – 263

2. Машина для уборки плодов в лугових садах: а.с. 688155 СССР: A01D46/24. № 2488373/30-15; заявл. 20.05.77; опубл. 30.09.79, Бюл. № 36. 3 с.

3. Шевчук Р. С. Обоснование параметров и исследование процесса съема яблок штамбовым ударным стряхивателем: дисс. … канд. техн. наук. Москва, 1988. 209 с.

УДК 351.811.122(1-100)

ЗАХОДИ З ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ В КРАЇНАХ З НИЗЬКИМИ ПОКАЗНИКАМИ ДОРОЖНЬОЇ БЕЗПЕКИ

Ю. В. ШАТКІВСЬКА, студентка,
І. О. КОЛОСОК, к.пед.н., доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
E-mail: kolosok@nubip.edu.ua

Рівень безпеки дорожнього руху, особливо в країнах з низькими показниками дорожньої безпеки, можна підвищити в короткостроковій перспективі за рахунок впровадження арсеналу перевірених заходів.

Для подолання ризиків були виявлені наступні ключові заходи [1]:

- управління швидкістю: примусове дотримання існуючих обмежень

швидкості може призвести до миттєвої вигоди для дорожньої безпеки, які проявляться, ймовірно, швидше, ніж вигоди від будь-якого іншого аналогічного заходу. 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. Необхідно стимулювати суспільну підтримку зниження допустимих швидкостей, оскільки вважається, що, як правило, навіть невеликі зниження швидкості призводять до істотного скорочення травматизму. Іншими найважливішими компонентами управління швидкістю є вдосконалення інфраструктури і впровадження нових технологій, таких як інтелектне коригування швидкісного режиму, для модифікації поведінки;

- скорочення водіння в 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 здійснювати примусові заходи з використанням випадкової перевірки дихання на алкоголь. Таке правозастосування виявляється найбільш ефективним, коли супроводжується широкою просвітницькою компанією, а до порушників застосовуються суворі санкції. В майбутньому, як варіант, можна ввести використання алкогольних блокираторів за умови успішного підвищення рівня їх соціального схвалення;

- використання ременів безпеки: законодавство і поліцейський контроль в 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 блокіратори запалювання при непристебнутому ремені, можуть майже повністю запобігти тяжким наслідкам у разі їхнього застосування за умов, якщо їх ввести скрізь, проте для них потрібне схвалення громадськості та автомобільної промисловості;

- 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 довгостроковій 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 є найбільш перспективними сфері активної безпеки. Іншими прикладами багатообіцяючих технологій є системи запобігання зіткнень і попередження про виїзд за межі смуги руху;

- зниження ризиків для початківців водіїв: градуйовані схеми видачі водійських прав в поєднанні з розширеним тренінгом в період навчання водінню виявилися ефективним способом зниження смертності серед

початківців водіїв. До складу градуйованого отримання водійських прав 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 продовжені періоди навчання під наглядом для водіння в різних дорожніх і погодних умовах.

Список використаних джерел

1. URL: https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/08towardszeroru.pdf (дата звернення: 08.02.2021)

УДК 351.811.122

ДОВГОСТРОКОВЕ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

Т. С. ЖУРАКОВСЬКА, студентка,
І. О. КОЛОСОК, к.пед.н., доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
E-mail: kolosok@nubip.edu.ua

Результативність деяких традиційних заходів безпеки, як правило, з часом знижується в тих країнах, які впроваджували їх найбільш ефективно. Наприклад, якщо рівень застосування ременів безпеки досяг 97 % (як то у Франції на передніх сидіннях), його, безумовно, важко буде наблизити до 100 % за рахунок більш інтенсивного поширення традиційних просвітницьких компаній і правозастосування. Багато експертів вважають, що потрібний новий підхід до безпеки дорожнього руху.

Для подальшого прогресу потрібно, по-перше, розширене уявлення про можливі здобутки і розробка інноваційних стратегій і відповідних задач. Подальше значне підвищення рівня безпеки дорожнього руху в усіх країнах, незалежно від їх нинішнього рівня, можливе за рахунок [1]:

- поліпшення збору і аналізу даних для підтримки розробки більш довгострокових задач і заходів по їх досягненню;
- постановка чітких проміжних завдань на базі узгодженої стратегії;
- амбітна довгострокова перспектива на базі узгодженої стратегії і інновацій;
- впровадження системного підходу до підвищення безпеки;
- удосконалення основних функцій відомчого управління;
- підтримка науково-дослідних розробок за рахунок передачі знань;
- створення адекватного фінансування для ефективних програм безпеки;
- подолання управлінських складнощів, особливо за рахунок завоювання політичної підтримки.

При розробці заходів щодо підвищення безпеки дорожнього руху найважливішу роль відіграють надійність і якість даних. Якість даних і ефективність їх аналізу відіграють основну роль в правильному уявленні про можливі ризики і про ефективність заходів, що вживаються. Поглиблений аналіз даних забезпечує розуміння минулих досягнень у сфері дорожньої безпеки, а також дозволяє оцінити завдання щодо зниження смертності на основі прогнозованих тенденцій.

Орієнтація на результат відіграє найважливішу роль в ефективності програм підвищення безпеки дорожнього руху. Для цього потрібно постановка конкретних завдань і визначення відомчих засобів і заходів з їх досягнення. Завдання ставляться виходячи з дій відомств (наприклад, ступеня примусового правозастосування), проміжних результатів (наприклад, середньої швидкості руху, використання ременів безпеки), підсумкових результатів (наприклад, числа смертей і важких травм) і економії соціальних витрат.

Довгострокова перспектива повного усунення смертності і важкого травматизму повинна бути доповнена чіткими проміжними завданнями для конкретних планових періодів тривалістю до 10 років. Це допоможе забезпечити отримання вигід в короткостроковій перспективі, що необхідно для підтримки довіри до довгострокових завдань.

Системний підхід до безпеки – це єдиний спосіб досягти в перспективі нульового рівня смертності і важкого травматизму на дорогах, і для нього потрібне проектування дорожньої системи, в якій передбачені і враховуються людські помилки.

Оскільки результативність підвищення безпеки дорожнього руху залежить від здатності відповідних відомств приймати ефективні і продуктивні заходи, завдання, швидше за все, будуть виконані лише за наявності відповідної системи управління. Така система повинна бути чітко орієнтована на досягнення узгоджених результатів.

НДР і передача знань гратимуть основну роль в розробці і здійсненні заходів, спрямованих на досягнення системного підходу до безпеки і на отримання результатів, які будуть перевершувати усе, що було отримане на сьогоднішній день. Наше розуміння причин і обставин ДТП засноване на дуже обмежених дослідженнях. Більш повна картина дасть основу для більш ефективних заходів. Пріоритети в сфері передачі знань залежать як від здатності країни впроваджувати інновації, які пов'язані з безпекою, так і від інтенсивності глобальних і регіональних процесів передачі знань.

Ухвалення системного підходу до безпеки може призвести до значного зниження економічних витрат для суспільства. Для того, щоб успішно конкурувати за обмежені ресурси з іншими політичними та соціальними програмами, необхідно підкріпити необхідність підвищення дорожньої безпеки вагомими економічними аргументами. Для цього керівникам у сфері безпеки дорожнього руху необхідно уміти добре складати економічні обґрунтування для своїх ініціатив.

Хоча міцна політична підтримка життєво важлива для досягнення

високих завдань, політиків буває важко зацікавити проблемою безпеки дорожнього руху. Перетворення безпеки дорожнього руху в пріоритет в очах уряду залежить від багатьох факторів, таких як рівень суспільного інтересу і тиск громадськості, економічна і політична здійсненність рішень і перспективи наочних успіхів.

Список використаних джерел

1. URL: https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/08towardszeroru.pdf (дата звернення: 10.02.2021)

УДК 351.811.122:656.08

ЗБІР І АНАЛІЗ ДАНИХ ПРО АВАРІЙНІСТЬ І РІВЕНЬ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

В. А. ГУДИМ, студентка,
І. О. КОЛОСОК, к.пед.н., доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
E-mail: kolosok@nubip.edu.ua

Всебічний збір і аналіз даних абсолютно необхідний для розробки ефективних стратегій підвищення безпеки, постановки завдань, що можна буде досягнути, розробки і визначення пріоритетних заходів та моніторингу ефективності програми з безпеки руху. Він необхідний для розробки емпірично обґрунтованих завдань. Такі дані повинні включати не тільки статистику ДТП, а й інші чинники, в тому числі [1]:

- демографічні дані;
- дані про інтенсивність руху (за видами транспорту);
- показники рівня безпеки, наприклад, відсоток пристібання ременів безпеки і носіння шоломів, перевищення швидкості і проїзду на червоне світло;
- інфраструктурні фактори (ризик аварійності по відношенню до протяжності доріг, середня швидкість руху і т. п.).

Збір і аналіз даних про аварійність на сукупному рівні і на рівні детального вивчення грає найважливішу роль для виявлення ризиків, відбору вжитих заходів, вимірювання остаточних результатів і оцінки ефективності вжитих заходів.

Глибоке розуміння даних (і тенденцій), що відносяться до аварійності та інших аспектів дорожньої безпеки, є фундаментом для розуміння ризиків, що властиві дорожній мережі, і розробки системного підходу до її безпеки. В багатьох країнах не ведеться збір повного спектру даних за показниками рівня безпеки. Дані щодо показників рівня безпеки можна легко зібрати за відносно короткий термін за наявності відповідних знань і бажання, а також надання

адекватних ресурсів.

Ті країни, які вже перейшли або переходять в даний час на системний підхід до безпеки, ведуть моніторинг все більш широкого спектру показників, які є значущими для досягнення безпечних умов пересування дорогами. До їх число входять: частка водіїв, які дотримуються безпечних швидкісних режимів (для відповідних типів доріг і руху, що вимірюється по відношенню до максимально дозволених швидкостях); наявність певних типів ДТП і результати серйозних аварій по відношенню до характеристик дорожньої інфраструктури (таких, як протяжність огорож на розділювальній смузі на швидкісних автострадах з двостороннім двосмуговим рухом для запобігання лобових зіткнень зі смертельним результатом), ступінь дотримання водіями правил пристібання ременів безпеки і носіння шоломів і допустимих рівнів алкоголю в крові, а також наявність конкретних засобів безпеки і рівні ударомічності автомобільного парку.

Показниками рівня безпеки є вимірювання будь-яких чинників, які мають причинно-наслідковий зв'язок з аваріями або травмами і використовуються на додаток до статистики ДТП або травм для того, щоб позначати рівень безпеки або сприяти розумінню процесів, що ведуть до аварій. Вони також слугують ланкою, що пов’язує втрати в результаті ДТП із заходами зі скорочення таких втрат.

Показники рівня безпеки допомагають проілюструвати, наскільки успішно програми дорожньої безпеки виконують свої завдання або досягають бажаних результатів. Вони є засобом моніторингу та оцінки функціонування і експлуатації систем дорожньої безпеки. Вони використовують кількісну і якісну інформацію для того, щоб допомогти оцінити, наскільки успішно та чи інша програма досягає своїх цілей. Їх можна використовувати для відслідковування прогресу, який вже досягнутий і в якості основи для оцінки і підвищення результативності.

Аналіз базисних даних про аварійність може принести різноманітну користь під час виявлення базисних тенденцій і нових проблем.

Список використаних джерел

1. URL: https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/08towardszeroru.pdf (дата звернення: 12.10.2021)

УДК 351.811.122:629.3.016.5

ШВИДКІСТЬ І БЕЗПЕКА ДОРОЖНЬОГО РУХУ

Ю. М. ШИМКО, студентка,
І. О. КОЛОСОК, к.пед.н., доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
E-mail: kolosok@nubip.edu.ua

Швидкість є центральним фактором проблем з дорожньою безпекою. Вона впливає і на ризик потрапити в ДТП, і на наслідки аварії. Імовірність важкої травми в результаті зіткнення значно зростає навіть при незначному підвищенні швидкості зіткнення.

Збільшення середньої швидкості на 5 % веде до збільшення приблизно на 10 % числа ДТП з травматичним результатом і на 20 % числа ДТП зі смертельними наслідками. Аналогічним чином, при зниженні середньої швидкості на 5 % число ДТП з травматичним результатом зазвичай знижується на 10%, а число ДТП зі смертельними наслідками – на 20%.

Згідно з висновками доповіді ОЕСР з питань управління швидкісним режимом, ефективна програма управління швидкістю дорожнього руху повинна включати наступні елементи [1]:

- цілеспрямована просвіта та інформування громадськості та політиків;
- перегляд існуючих обмежень швидкості по відношенню до рівнів ризику ДТП для всіх типів доріг на основі функції дороги, присутності вразливих учасників дорожнього руху, складу учасників дорожнього руху, а також особливостей конструкції дороги та придорожньої смуги. У зонах міської забудови ліміт швидкості не повинен перевищувати 50 км / год., а для територій, де піддаються ризику вразливі користувачі доріг, рекомендується створити зони з обмеженням швидкості до 30 км / год.;
- інфраструктурні поліпшення, що спрямовані на створення безпечних, “інтуїтивно зрозумілих” доріг, де конструкція, розмітка і оформлення дороги забезпечують безперервні візуальні вказівки водіям з вибору правильної швидкості;
- достатні рівні традиційного поліцейського правозастосування та автоматичного контролю швидкості (електронного правозастосування) і розробка секційного контролю (контролю середньої швидкості на певному відрізку дороги за допомогою електронних засобів). Більш ефективного примусового дотримання швидкісного режиму можна досягти за рахунок таких заходів, як мінімальна терпимість до перевищення швидкості та використання мобільних камер;
- удосконалення конструкції автомобілів із застосуванням таких технологій, як системи попередження зіткнень. У тих країнах, де це важко буде здійснити в найближчому майбутньому, слід подумати про обов'язкову установку обмежувачів швидкості на важких вантажівках і міжміських

автобусах.

З огляду на величезний позитивний потенціал нових технологій, всіляко рекомендується їх широке впровадження. У цій сфері фахівці радять наступне:

- усі нові автомобілі повинні бути обладнані обмежувачами швидкості з ручним регулюванням а також інформаційними або допоміжними інтелектними системами адаптації швидкості (ISA), які повинні встановлюватись за бажанням; система інтелектуального регулювання швидкості (Intelligent Speed Adaptation, ISA) – це електронна система, яка забезпечує рух автомобіля з дозволеною швидкістю на конкретній ділянці дороги, іншими словами, система ISA допомагає водієві дотримуватися допустимої швидкості руху. За заявами розробників, використання системи примусового обмеження швидкості може привести до скорочення ДТП на 30 %;

- для забезпечення отримання потенційних позитивних результатів від застосування технологій ISA державі необхідно також у співпраці з відповідними партнерами створити інтероперабельні цифрові бази даних про обмеження швидкості, які зможуть генерувати електронні карти всіх швидкісних зон в дорожньої мережі і які можна потім широко розповсюджувати як частину обладнання системи безпеки або навігаційної системи автомобіля для попередження водія про перевищення допустимої швидкості;

- необхідно зробити установку систем ISA обов'язковою за законом.

Список використаних джерел

1. URL: https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/08towardszeroru.pdf (дата звернення: 09.02.2021)

УДК 621.873.15

РОЗРОБЛЕННЯ РЕКОМЕНДАЦІЇ СТОСОВНО ВИБОРУ ДАТЧИКІВ ДЛЯ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ КРАНОВИМИ МЕХАНІЗМАМИ

В. С. ЛОВЕЙКІН, д.т.н., проф.,
Ю. О. РОМАСЕВИЧ, д.т.н., проф.,
Д. І. МУШТИН, аспірант,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: lovvs@ukr.net, romasevichyuriy@ukr.net, denismushtyn@gmail.com

Для вимірювання величин довжини гнучкого підвісу вантажу, положення візка та стрілі та кутового положення стріли необхідно використовувати енкодери [1]. Енкодер, який генерує сигнали про положення візка, раціонально встановлювати так, щоб він мав кінематичний зв’язок з канатним барабаном цього механізма. Теж саме відноситься до вимірювання довжини гнучкого

підвісу вантажу. Енкодер механізму повороту крана раціонально встановлювати з кінематичним зв'язком з поворотною баштою або стрілою. Ці рекомендації обґрунтовані тим, що енкодер повинен давати сигнал по фактичне положення рухомого елемента, тобто наявність зазорів та люфтів у кінематичних зачепленнях не повинні вимірюватись енкодером.

Зазначимо, енкодери повинні бути відповідним чином захищені від дії навколишнього середовища (пилу, вологи, агресивних газів, сонячної радіації, електромагнітних перешкод тощо). При виборі енкодерів особливу увагу необхідно приділити ступеню їх захищеності IP.

Точність енкодерів повинна визначатись з врахуванням наступної нерівності:

$$\Delta_{доп.л} \geq \frac{\pi D}{N}, \tag{1}$$

де $\Delta_{доп.л}$ – допустима похибка визначення лінійного параметру (положення візка або довжини гнучкого підвісу вантажу), м; D – діаметр канатного барабана, м; N – точність енкодера, імп/об. Можна записати аналогічну до (1) формулу для визначення допустимої похибки визначення кутового положення стріли:

$$\Delta_{доп.к} \geq \frac{360}{N}, \tag{2}$$

де $\Delta_{доп.к}$ – допустима похибка визначення кутового параметру (положення стріли), град. Неправильне визначення точності енкодера, без врахування виразів (1) та (2), може призвести до перевантаження мікропроцесора даними, а недостатня його точність веде до неякісного позиціювання стріли та візка, що збільшує тривалість операцій по „доводці" цих механізмів.

Датчик маси вантажу – це тензометр S-подібного типу, або типу „балка". Перший тип тензометра доцільно закріплювати у місцях, де встановлюються обмежувачі вантажопідйомності (наприклад, у стріловому розчалі на оголовку стріли [2]). Другий тип бажано встановлювати у місці закріплення нерухомого кінця каната до металоконструкції крана. Незалежно від місця встановлення тензодатчики повинні бути таровані. Крім того, захищеність тензометричного датчика (IP) повинна відповідати умовам його експлуатації.

Список використаних джерел:

1. Методы практического конструирования при нормировании сигналов с датчиков: по материалам семинара „Practical design techniques for sensor signal conditioning". [автор перевода Горшков Б.Л.] / Analog Devices, AUTEX Ltd. – С.-Пб.: АВТЭКС, 2005. – 311 с.

2. Невзоров Л.А. Башенные краны / Л.А. Невзоров, Г.Н. Пазельський, В.А. Романова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1980. – 326 с.

УДК 631.147:632.937.3

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ РЕАКТОРІВ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОВОДНЮ

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

Щороку 7 млн. тон харчових відходів спрямовуються до смітників. За підрахунками експертів, третину харчової сировини втрачають в процесі виробництва, ще третину – під час реалізації та в процесі приготування їжі, решту відправляють на смітники вже безпосередньо у домогосподарствах [1]. Тому проведення досліджень по переробці органічних харчових відходів на основі використання реакторів із твердофазною ферментацією є актуальним.

Твердофазна ферментація відбувається в твердому, сипучому або пастоподібному середовищі з вологістю субстрату від 30 до 80 % [2].

Одним із самим поширеніших вітчизняних харчових продуктів являється картопля, якої щороку в Україні вирощується в середньому 20 млн. т. За своїм вмістом вона складається з води, білків, жирів, вуглеводів та харчових волокон (рис. 1) [3]. Вихід біогазу з 1 тонни свіжої картоплі становить від 160 до 200 $м^3$/т при вмісті метану від 50 до 52 % [3, 4]. Тому переробка залишків картоплі та відходів виробництва картопляних блюд є актуальним.

Найбільш поширені наступні типи твердофазних ферментерів: біореактор типу лотка; біореактор з ущільненим шаром; біореактор типу барабана, що обертається; твердофазний біореактор, що гойдається; біореактор у вигляді ємності із мішалкою; повітряний твердофазний біореактор з псевдорозрідженим шаром (табл.).

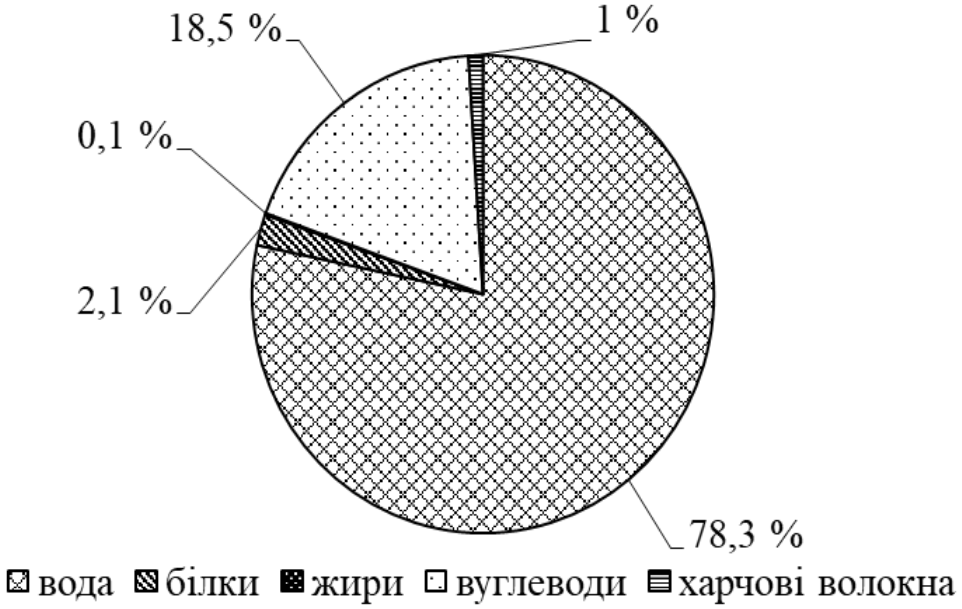


Рис. Складові компоненти картоплі

Таблиця

Типи твердофазних ферментерів та їх недоліки

Тип ферментера	Недоліки
лотковий	– допускається забруднення зовнішніми мікроорганізмами; – реактор має значні габарити і потребує значних затрат на його експлуатацію.
з ущільненим шаром	– субстрат гранульований – значне виділення тепла призводить до сповільнення росту мікроорганізмів; – постійна аерація висушує субстрат.
обертовий	– в середині рухомого субстрату діють зусилля зсуву, що приводить до руйнування грибкових структур (міцеліуму, спорангіуму, фруктовегетативної маси); – безперервний рух ферментера може викликати агломерацію вологого субстрату; – необхідні поверхні для сполучення із зовнішнім середовищем (патрубки впуску і випуску повітря, патрубок подачі води), які можуть стати джерелом забруднення.
коливальний	– обмежений об'єм ферментера.
з мішалкою	– проблеми з використанням значних кількостей субстрату, оскільки він не може переміщуватись рівномірно, не викликаючи руйнування структури субстрату.
повітряний із псевдорозрідженим шаром	– потребує відносно значного обсягу реактора та значних витрат енергії.

Аналіз існуючих конструкцій реакторів для твердофазної ферментації показав, що при розробці реактора потрібно враховувати різні механічні властивості субстрату (вологість, густина, однорідність субстрату) та його підготовку до зброджування, при цьому необхідно забезпечувати ефективне перемішування, якісне завантаження та видалення біомаси, безперервність процесу, стерильні умови упродовж процесу ферментації та підтримання заданих температурних режимів та вологості субстрату.

Список використаних джерел

1. http://blogs.korrespondent.net/blog/users/3332250-kharchi-v-smitnyk
2. http://www.findpatent.ru/patent/223/2235767.html
3. Терещенко Є.Є. Дослідження процесу біосинтезу метану з харчових відходів [Електронний ресурс] / Є.Є. Терещенко. – 9 с. – Режим доступу до журн.: http://ena.lp.edu.ua:8080/handle/ntb/19095
4. http://www.biteco-energy.com/vyhod-biogaza-iz-razlichnogo-syrya-2

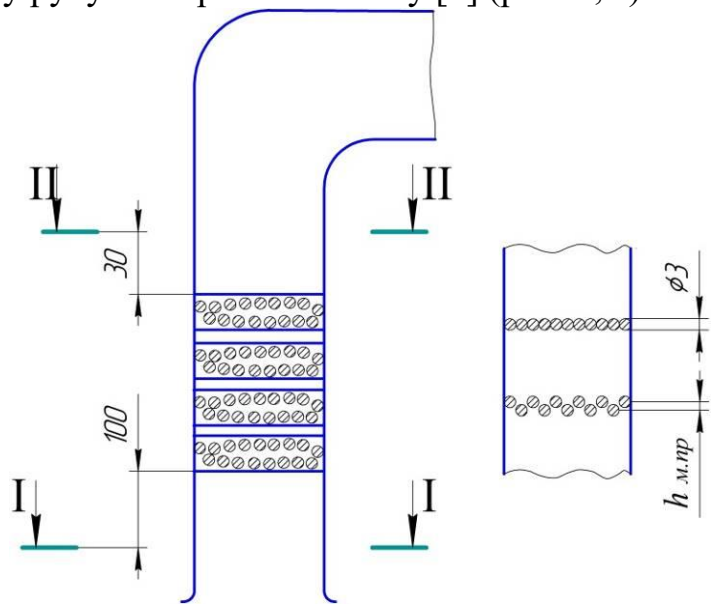
УДК:631.362.3

ДОСЛІДЖЕННЯ ОПОРУ ПНЕВМОСЕПАРУЮЧОГО КАНАЛУ

О. В. НЕСТЕРЕНКО, *к.т.н.*
О. О. НАУМЕНКО, *студент*
Центральноукраїнський національний технічний університет
E-mail: nov_78@ukr.net

При роботі пневмосепаруючого каналу навіть при рівномірному завантаженні зернового матеріалу опір повітряному потоку в різних зонах робочого перерізу суттєво відрізняються і залежить не тільки від питомого навантаження, а й від способу та рівномірності введення [1, 2].

Тому, враховуючи швидкоплинність та нестабільність процесу пневмосепарації для оцінки зміни опору пневмесепаруючого каналу було проведено наступні дослідженння. Зерновий матеріал було змодельовано на групі металевих стержнів, діаметр яких був підібраний близьким до середнього еквівалентного діаметру зерна пшениці (3 мм) і розташованих в пневмосепаруючому каналі горизонтально перпендикулярно до його бокових стінок та напрямку руху повітряного потоку [3] (рис. 1, а).



а) б)

Рис. 1. Схема дослідного пневмосепаруючого каналу.
а) – схема розташування пруткових решіток; б) – розташування стержнів в каналі:

Для експерименту використовували вертикальний пневмосепаруючий канал, в якому по всьому поперечному перерізу (100х100 мм). встановлювали впритул один до одного металеві стержні, відстань між якими поступово збільшували за рахунок вертикального пересування всіх парних стержнів відносно непарних, розташовуючи їх в шаховому порядку в два ряди (рис 1, б.).

Досліди проводились на швидкості повітряного потоку в каналі рівній 6,5 м/с, заміри статичного тиску здійснювали в двох перерізах: I-I та II-II на відстані 100 мм під та 300 мм над місцем розташування моделі.

Гідравлічний опір змодельованих елементів визначали за формулою:

$$\varsigma = \frac{2\Delta P}{\rho \cdot V_n^2}, \quad (1)$$

де ΔP – втрати тиску в елементі, кПа;

ρ – щільність повітря, кг/м^3;

V_n – швидкість повітряного потоку, м/с.

Аналіз отриманої залежності (рис. 2) дозволяє стверджувати, що при щільному розташуванні стержнів в притул один до одного, спостерігається максимальний опір решітки, а вже при збільшенні відстані h до 3-4 мм опір швидко зменшується та при $h > 6$ мм стабілізується, і далі, залишається незмінним.

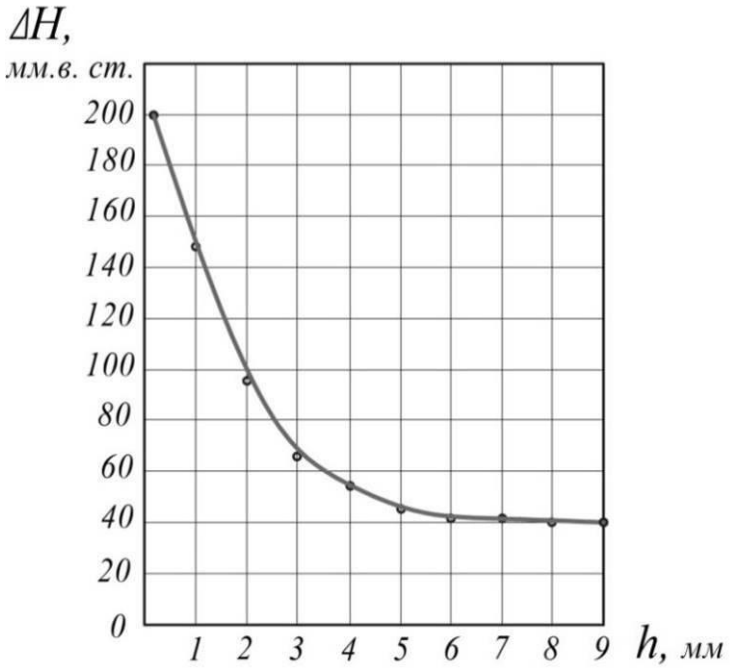


Рис. 2. Залежність опору решітки ΔH від відстані між її стержнями h

На основі отриманих даних можна зробити висновок, що для забезпечення раціонального і стабільного зниження опору ΔH для щільного однорядного шару необхідно здійснити його розшарування, при якому відстань між сусідніми стержнями стане більшим 2,8-3 мм., тобто приблизно рівним діаметру стержня (зернової частки) при їх взаємному розташуванню в сусідніх рядах в «шаховому порядку».

Список використаних джерел

1. Малис А.Я., Демидов А.Р. Машины для очистки зерна воздушным потоком. М.: Машгиз, 1962. 176 с.

2. Матвеев А.С. Сепарирование зерновой смеси вертикальным воздушным потоком. – Механизация и электрификация социалистического сел. хоз-ва, 1969, №11, с. 17-19.

3. Аэров О.М., Тодес М.Э. Гидравлические и тепловые основы работы аппаратов. 1968, с. 105.

УДК 621.873

ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗУСИЛЬ, ЩО ВИНИКАЮТЬ У ТЯГОВОМУ КАНАТІ МЕХАНІЗМУ ЗМІНИ ВИЛЬОТУ ВАНТАЖУ

В. С. ЛОВЕЙКІН, д.т.н., проф.
Ю. О. РОМАСЕВИЧ, д.т.н., проф.,
О. В. СТЕХНО, аспірант,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: lovvs@ukr.net, romasevichyuriy@ukr.net,
AlexeyStekhno1992@ukr.net.

У праці [1] наведено аналітичні залежності, що дозволяють визначати максимальне зусилля у тяговому канаті механізму зміни вильоту вантажу. Як видно з результатів теоретичних досліджень, похибка такого дослідження не перевищує 18 % у порівнянні із проведеними чисельними розрахунками. Однак, для того, щоб встановити реальний рівень зусиль, що діють у тяговому канаті, необхідно провести експериментальні дослідження.

У даній науковий праці спланована серію експериментальних досліджень із визначення величини максимального зусилля у тяговому канаті досліджуваного механізму зміни вильоту вантажу.

Дослідження максимального зусилля у тяговому канаті проводилося на фізичній моделі стрілової системи баштового крана, яка розміщена у лабораторії динаміки машин кафедри конструювання машин і обладнання НУБіП України.

При дослідженні визначався вплив довжини гнучкого підвісу вантажу L та маси закріпленого вантажу на гнучкому підвісі m_2 на динаміку зміни тягового зусилля у канаті. Детальний план повнофакторних експериментів представлено у таблиці 1.

Таблиця 1.

План повнофакторних експериментів дослідження динаміки каната

Довжина гнучкого підвісу вантажу, м	1,2			2		
Маса вантажу, кг	13	27	40,5	13	27	40,5
Номер експерименту	1	2	3	4	5	6

Загалом проведено серію із шести експериментів у трикратній повторюваності кожного з них.

Визначення величини зусилля, що виникає у тяговому канаті приводу вантажного візка фізичної моделі проводилося із використанням *S*-подібного тензодавача H3-C3-25kg-3B-D41. *S*-подібний тензодавач з одного боку кріпиться до тягового канату, що приводить у рух вантажний візок, а з іншого до конструкції вантажного візка фізичної моделі.

Крім того, для проведення експериментальних досліджень здійснено підбір та встановлення необхідного обладнання, яке дозволяє здійснювати прямий пуск електроприводу досліджуваного механізму, а також фіксувати отримані експериментальні дані. Загальний вигляд обладнання для проведення експериментальних досліджень представлено на рисунку 1.

Рис. 1. Загальний вигляд обладнання для дослідження динаміки тягового каната фізичної моделі та зібрання експериментальних даних

На рис. 1 представлено наступні компоненти: *1* – закріплений на гаковій підвісці вантаж; *2* – вантажний візок; *3* – *S*-подібний тензодавач (H3-C3-25kg-3B-D41); *4* – щиток з частотними перетворювачами (у дослідженні використовувався частотний перетворювач FR-E700-060-EC); *5* – вилка живлення електродвигуна механізму зміни вильоту вантажу; *6* – пристрій для збору даних (m-DAQ 14); *7* – джерела живлення електрообладнання (220 та 380 В); *8* – підсилювач сигналу тензодавача (ADAM-3016); *9* – блок живлення із стабілізаційною напругою підсилювача сигналу тензодавача (HYELEC HUA YI

ELECTRINICS DC POWER SUPPLY HY3003M-3); *10* – персональний комп'ютер із відповідним програмним забезпеченням (m-DAQ 14 Reader v 1.2); *11* – електропривод вантажного візка.

Процес отримання експериментальних даних відбувається наступним чином. У момент пуску вантажного візка *2* із вантажем на гаковому підвісі *1*, сигнал від *S*-подібний тензодавач *3* надходить до підсилювача сигналу *8*, який отримує живлення від блоку живлення *9*, що живить його із двох каналів напругою 24 В. В свою чергу блок живлення 9 під'єднано до джерела живлення *7* із напругою 220 В.

Підсилювач сигналу *8* збільшує величину сигналу від *S*-подібного тензодавача *3*, який за допомогою відповідного кабелю передається та записується на пристрій для збору даних *6*, що підключений до персонального комп'ютера *10*.

Процес запису та конвертації експериментальних даних відбувається за допомогою відповідного програмного забезпечення mDAQ-14 Reader v 1.2, яке встановлюється на персональний комп'ютер *10*. Інтерфейс програми mDAQ-14 Reader v 1.2 зображено на рисунку 2.

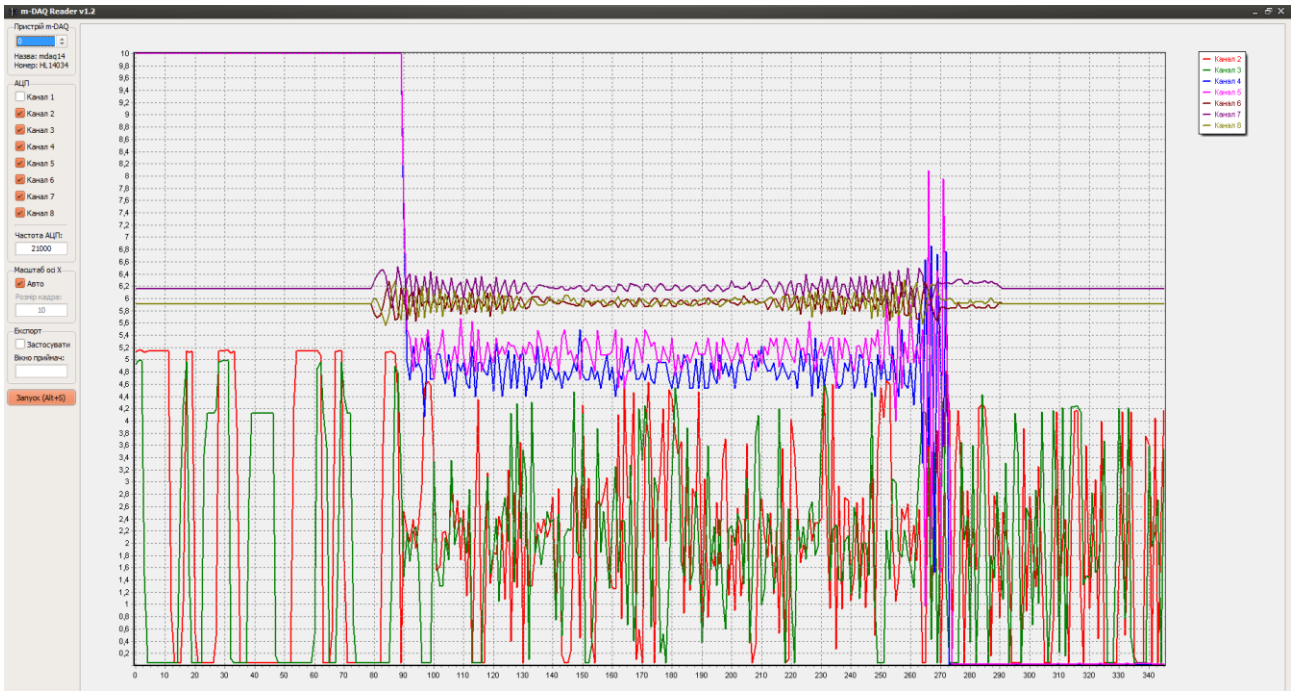


Рис. 2. Інтерфейс програми mDAQ-14 Reader v 1.2

Потім записані експериментальні дані конвертуються для подальшого опрацювання. Таким чином відбуватиметься проведення експериментальних досліджень із дослідження динаміки тягового канату механізму зміни вильоту вантажу фізичної моделі стрілової системи.

Список використаних джерел

1. Ловейкін В.С., Ромасевич Ю.О., Стехно О.В. Аналіз динаміки зміни вильоту вантажу баштового крана. Науковий вісник Національного

університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК. Київ. 2018. Вип. 282. С. 74–87.

УДК 621.873.15

РОЗРОБЛЕННЯ РЕКОМЕНДАЦІЇ СТОСОВНО ВИБОРУ ЧАСТОТНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ДЛЯ КРАНОВИХ ПРИВОДІВ

В. С. ЛОВЕЙКІН, д.т.н., проф.,
Ю. О. РОМАСЕВИЧ, д.т.н., проф.,
Д. І. МУШТИН, аспірант,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: lovvs@ukr.net, romasevichyuriy@ukr.net, denismushtyn@gmail.com

Якісна реалізація оптимального керування рухом кранових механізмів пов’язана із застосуванням частотних перетворювачів з векторним керуванням [1, 2], або з скалярним керуванням, які охоплені зворотним зв’язком по положенню і швидкості двигуна [3]. Зазначимо, для вантажопідйомних машин, які значну долю циклу переміщення вантажу працюють у перехідних режимах, раціонально застосовувати саме векторне керування електромагнітним моментом. Це викликано тим, що скалярний метод керування (для вантажопідйомних машин він полягає у тому, що амплітуда напруги живлення двигунів змінюється пропорційно до частоти), не забезпечує енергоефективність роботи двигунів.

Крім того, при виборі частотного перетворювача доцільно розглянути можливість (функцію) рекуперативного гальмування [4-6]. При цьому необхідно враховувати: 1) середню кількість пусків і зупинок механізму за годину; 2) інерційні характеристики механізму. Якщо зведений до вала двигуна момент інерції механізму є доволі великим і кількість пусків і гальмувань механізмів значна, то застосування рекуперацийного блоку є доцільним. Для остаточної оцінки доцільності необхідно проводити порівняльні розрахунки енерговитрат при роботі механізму для обох варіантів: із рекуперацийним блоком і без нього. Для першого випадку необхідно враховувати вартість рекуперацийного блоку, а також фактор того, що якість рекуперованої електроенергії, як правило, є невисокою (у випадку рекуперації енергії у інших частотний перетворювач цим фактором можна знехтувати через те, що вхідний блок перетворювача являє собою трифазний мостовий випрямляч).

Обов’язковими функціями частотних перетворювачів двигунів механізмів повороту крана та зміни вильоту вантажу є наступні:

1) можливість моніторингу навантаження приводів механізмів;
2) наявність захисних функцій (заклинювання, перевантаження, коротке замикання, обрив фази, регульовані часострумові характеристики тощо);

3) діагностика електрообладнання та самодіагностика;
4) можливість взаємодії із мікропроцесорною системою керування за схемою „ведучий - ведений”;
5) різноманітність налаштовуваних параметрів (частота несучої ШІМ, початкова частота, початкова напруга живлення, тривалість наростання та спадання частоти напруги живлення тощо);
6) можливість створення високого пускового крутного моменту;
7) достатня кількість релейних (для підключення гальм) виходів та цифрових і аналогових (дублюючих) керуючих входів;
8) можливість реалізації різних типів гальмування (рекуперативне, електродинамічне, керуванням механічними гальмами, на вибігу).

Ці функції повинні бути налаштовані так, щоб взаємодія частотного перетворювача з мікроконтролером по каналу керування та частотного перетворювача з електродвигуном і гальмами по електросиловим каналам давала можливість надійної і якісної реалізації оптимального керування рухом обох механізмів.

Виробники частотних перетворювачів, намагаючись задовольнити специфіку задач керування приводами механізмів вантажопідйомних машин, як правило, виділяють їх у окрему лінійку. Серед найпоширеніших у цій галузі є такі частотні перетворювачі: Schneider Electric (лінійки Altivar Process ATV900, Altivar Machine ATV340 та ATV320 [7]), Siemens (лінійки MICROMASTER 440, SINAMICS V20, SINAMICS S120 [8]), Mitsubishi Electric (лінійка FR-A [9]), Danfoss (лінійка VLT Drives [10]), ABB (лінійка ACS880 [11]) та інші.

Список використаних джерел:

1. Blaschke F. Das Prinzip der Feldorientierung die Grundlage für die Transvektor – Regelung von Drehfeldmaschinen / F. Blaschke // Siemens Zeitschrift. – 1971. – Bd. 45. – H. 10. – S. 757-760.
2. Depenbrosk M. Direct self control (DSC) of inverter-fed induction machines / M. Depenbrosk // IEEE Trans. Power Electron. – 1985. – № 3. – Vol. 3. – P. 420-429.
3. Бозе Б.К. Современная силовая электроника и преобразователи переменного тока / Б.К. Бозе // Prentige Hall PTR, 2002. – 738 с.
4. Ромасевич Ю.О. Динамічна оптимізація режимів руху механізмів вантажопідйомних машин як мехатронних систем: дисс. на соиск. степ. доктора техн. наук: 05.05.05 / Ромасевич Юрій Олександрович – О., 2015. – 519 с.
5. Котеленко С.В. Повышение эффективности функционирования системы рекуперации электрической энергии в многодвигательных подъемно-транспортных механизмах: дисс. на соиск. степ. канд. техн. наук: 05.09.03 / Котеленко Светлана Владимировна. – Тула., 2014. – 109 с.
6. Проектирование электроприводов крановых механизмов. Техническая коллекция Schneider Electric. Выпуск № 12. URL: https://profsector.com/media/catalogs/566dcd7cb36cc.pdf [доступ 23.03.2020]

7. Преобразователи частоты ALTIVAR для грузоподъемных кранов. URL: http://ua.automation.com/content/frequency-altivar-modulator [доступ 23.03.2020]

8. Преобразователи частоты SIEMENS. URL: http://www.tekhar.com/Programma/Siemens/Privod_tech/Preobrazovateli/AC_drive/index_AC.htm [доступ 23.03.2020]

9. Преобразователи частоты Mitsubishi Electric FR-A760. URL: https://rusautomation.ru/privodnaya-tehnika/mitsubishi-fr-a760 [доступ 23.03.2020]

10. Преобразователи частоты для электроприводов грузоподъемных кранов. URL: https://drives.ru/upload/page_id_1097/kranovabrosura.pdf [доступ 23.03.2020]

11. Smooth tower crane operation with ACS880 drives. URL: https://search-ext.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=3AUA0000220703&LanguageCode=en&DocumentPartId=1&Action=Launch [доступ 23.03.2020]

УДК 621.873

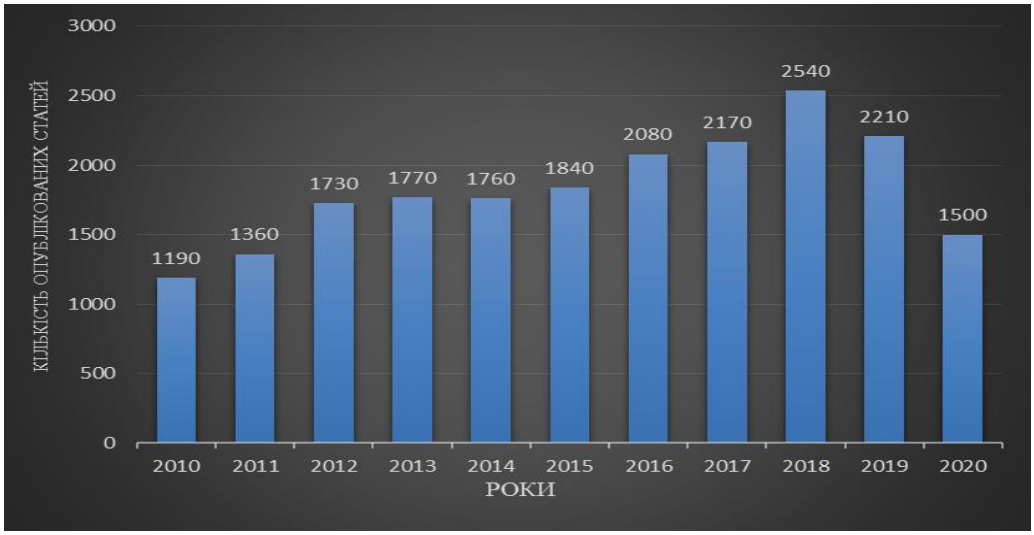
АНАЛІЗ НАУКОВО-ПРИКЛАДНИХ РОБІТ ЗА ТЕМАТИКОЮ ДОСЛІДЖЕННЯ ГВИНТОВИХ КОНВЕЄРІВ

В. С. ЛОВЕЙКІН, д.т.н.,
Ю. О. РОМАСЕВИЧ, д.т.н., проф.,
О. Д. МАЛІНЕВСЬКИЙ, аспірант,
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
E-mail lovvs@ukr.net, romasevichyuriy@ukr.net, malinevskiy.2017@gmail.com

Для проведення аналізу науково-прикладних робіт у галузі удосконалення, динаміки, енергетики та керування рухом гвинтових конвеєрів використаємо дані наукометричних баз даних Google Scholar, Scopus, Web of Science, а також дані, які можна отримати з веб-сайта патентних відомств Німеччини та України. Аналіз кількості опублікованих робіт будемо робити для часового проміжку 2010-2020 рр. Всі отримані результати наведено на рис. 1 та рис. 2.

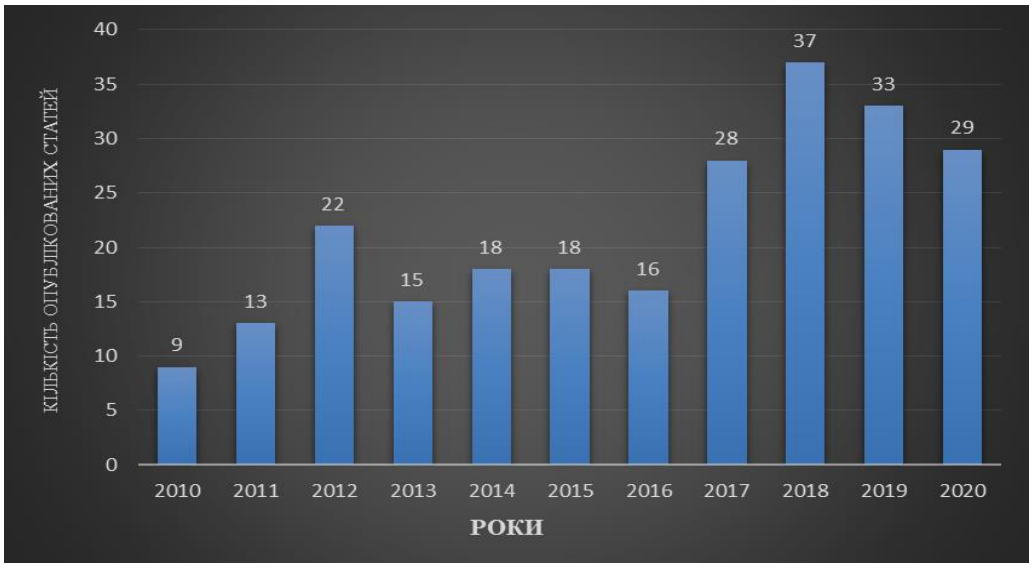
Аналіз даних, які наведено на рис. 1, дозволяє стверджувати, що питання, які пов’язані з гвинтовими конвеєрами є актуальними. Про це свідчить значна кількість наукових робіт. Загальною тенденцією для всіх даних є зростання кількості публікацій по рокам (хоча і нерівномірне).

Як видно з рис. 1, кількість отриманих наукових праць, поступове зростання до пікового значення у 2018 році; у наступному 2019 році спостерігається плавний спад, після чого можна сказати що є над чим працювати.



а)

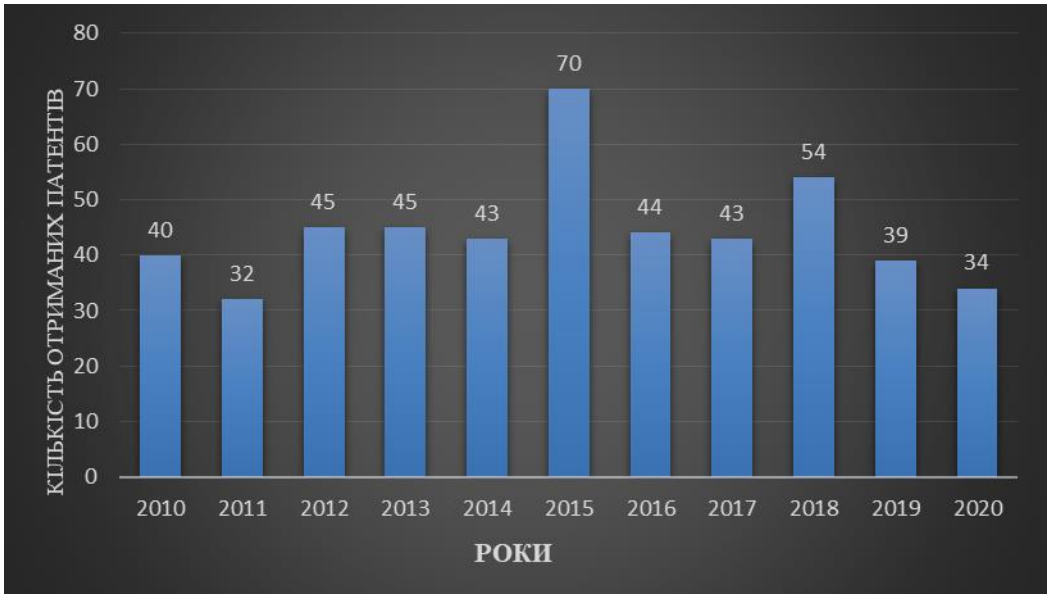
б)



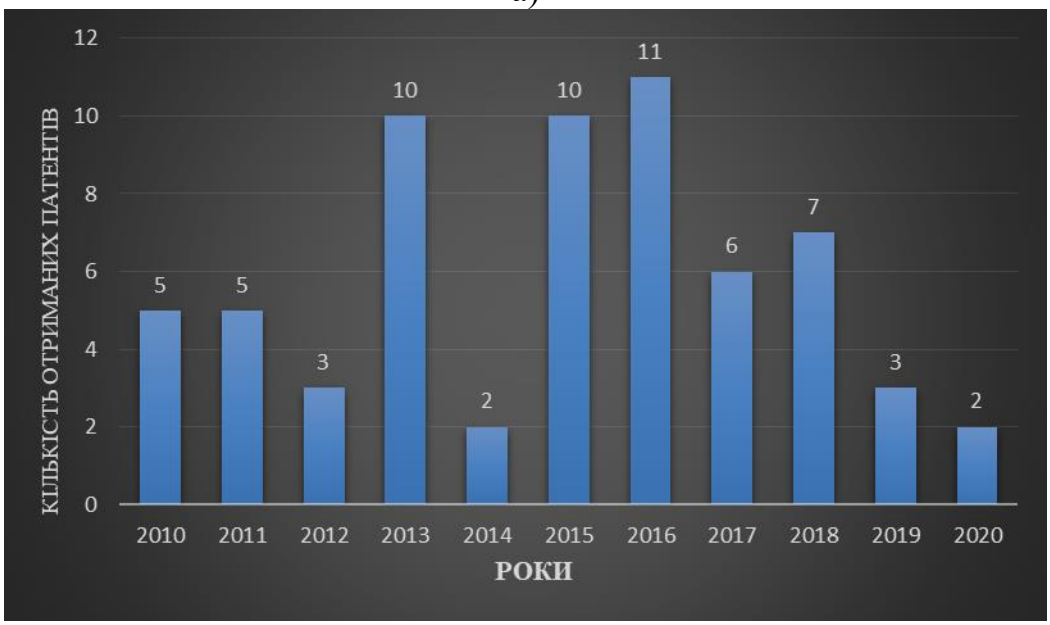
в)

Рис. 1. Кількість наукових праць у наукометричних базах даних: а) Google Scholar; б) Scopus; в) Web of Science

Статистику кількості триманих за останні 10 років патентів у світі та в нашій державі за класом B65G 33/00 „Гвинтові конвеєр” спостерігаємо на рис. 2. Ми бачмо що у світі у 2015 році був найвищі показник отриманих патентів, а в наший державі пік припадає на 2016 рік. Надалі спостерігається спад. Це означає, що питання удосконалення конструкцій та окремих елементів гвинтових конвеєрів є актуальними і необхідно виконувати подальші науково-дослідні роботи для підвищення техніко-експлуатаційних показників роботи конвеєрів.



а)



б)

Рис. 2. Динаміка кількості отриманих патентів за останні 10 років за класом B65G 33/00 „Гвинтовий конвеєр”: а) у світі; б) в Україні

УДК:621.87

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ РУХОМ ДИНАМІЧНОЇ СИСТЕМИ „КРАН-ВАНТАЖ”

Ю. О. РОМАСЕВИЧ, д.т.н., проф.,
В. С. ЛОВЕЙКІН, д.т.н., проф.,
В. В. МАКАРЕЦЬ, аспірант,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: romasevichyuriy@ukr.net, lovvs@ukr.net, walera10100@gmail.com

В науковій роботі розглянута двомасова динамічна модель „кран-вантаж”, яка представлена на рис. 1. Вона складається зі зведеної маси візка m_1 та вантажу масою m_2, підвішеного на гнучкому підвісі довжиною l. На візок діє рушійне зусилля F і зусилля статичного опору W. Переміщення візка описується координатою x_1, а переміщення вантажу x_2.

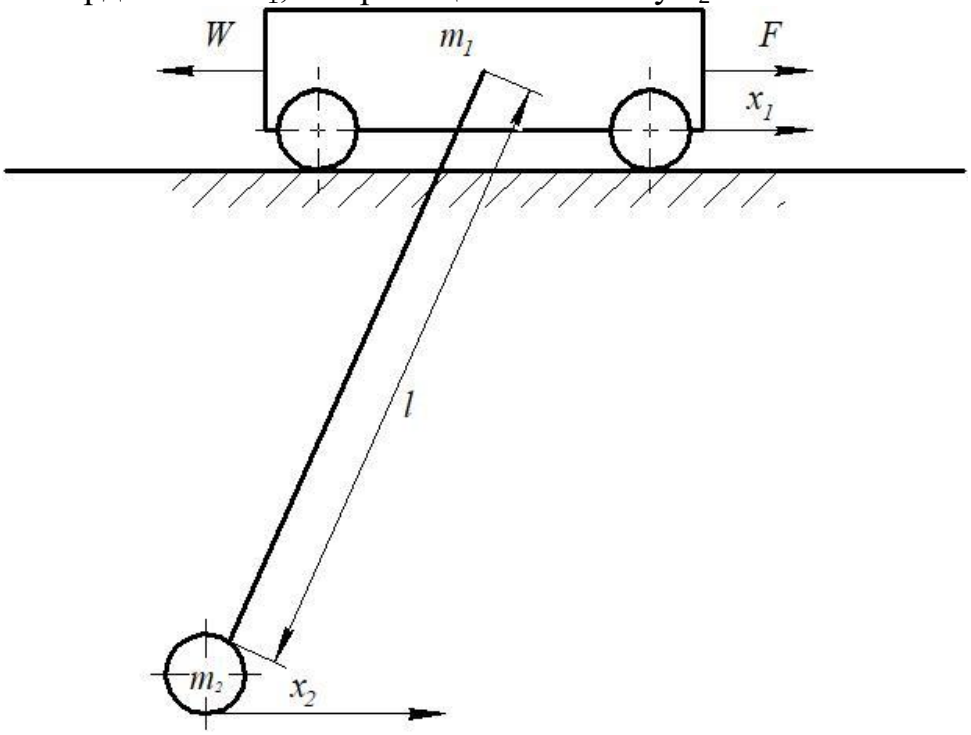


Рис. 1. Динамічна модель руху системи „кран-вантаж”

Динамічна система, яка зображена на рис. 1 описується математичною моделлю:

$$\begin{cases} m_1\ddot{x}_1 + m_2\ddot{x}_2 = F - W, \\ x_1 = x_2 + \dfrac{l}{g}\ddot{x}_2; \end{cases} \quad (1)$$

Оскільки робота кранової системи досить обмежена то виникає необхідність задати крайові умови руху системи:

$$\begin{cases} x_1(0) = x_2(0) = \dot{x}_1(0) = \dot{x}_2(0) = 0, \\ x_1(T) = x_2(T) = x_T \cdot \dot{x}_1(T) = \dot{x}_2(T) = V; \end{cases} \quad (2)$$

де T – тривалість розгону системи; x_T – відстань на яку переміститься кран у кінці розгону; V – усталена швидкість руху крана.

Крайові умови (2) відображають рух системи зі стану спокою, а термінальний (кінцевий) стан системи означає усталений рух із усуненням коливання вантажу.

Існує безліч способів (керувань) переведення системи „кран-вантаж” із початкового у кінцевий стан. Серед цієї множини необхідно обрати один, який би забезпечував мінімізацію оптимізаційного критерію:

$$Int = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T P^2 dt} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T \left(F \cdot \dot{x}_1\right)^2 dt} \to \min. \quad (3)$$

Критерій (3) відображає витрати енергії під час розгону крана і тому повинен бути мінімізований.

На рух елементів системи накладаються обмеження на величину рушійного зусилля:

$$F_{\min} \le F \le F_{\max}, \quad (4)$$

де F_{min} та F_{max} – мінімально та максимально можливі значення рушійного зусилля приводу механізму переміщення крану, швидкість його зміни в часі:

$$\dot{F}_{\min} \le \dot{F} \le \dot{F}_{\max}, \quad (5)$$

де $\dot{F}_{min}$ та $\dot{F}_{max}$ – мінімально і максимально можливі швидкості наростання рушійного зусилля та на реверс приводу крана:

$$0 \le \dot{x}_1 \le V, \quad t \in [0,T]. \quad (6)$$

Кінематичні обмеження (6) досягаються за рахунок регулювання рушійного зусилля. Як тільки швидкість крана виходить на обмеження, наприклад $\dot{x}_1 = V$, подальше збільшення рушійного зусилля, яке може викликати пришвидшення крана, припиняється. Аналогічна ситуація відбувається при $\dot{x}_1 = 0$ з тією лише різницею, що вводиться заборона гальмівного (від’ємного) зусилля приводу, яке змінює напрям руху крана після його зупинки (змінюється знак $\dot{x}_1$).

У подальшому буде знайдено розв’язок поставленої задачі (1)-(6).

УДК 514.18

ЦЕНТРОЇДИ НЕКРУГЛИХ КОЛІС НА ОСНОВІ УЗАГАЛЬНЕНОГО РІВНЯННЯ В ПОЛЯРНІЙ СИСТЕМІ КООРДИНАТ

С. Ф. ПИЛИПАКА, д.т.н., проф.,
Т. А. КРЕСАН, к.т.н., докторант,
О. С. ПОРОДЬКО, слухачка магістратури,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
В. І. ХРОПОСТ, слухач магістратури,
ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»
E-mail: s.pylypaka@nubip.edu.ua

Цікавими є криві, рівняння яких у полярній системі координат має наступний вигляд:

$$\rho = \frac{p}{1 - e\cos(n\alpha)}, \qquad (1)$$

де ρ, α – радіус-вектор і полярний кут – координати точки в полярній системі;
p, e, n – сталі величини.

При $n=1$ рівняння (1) описує еліпс, при цьому стала e є його ексцентриситетом. На рис. 1 зображені криві, побудовані за рівнянням (1).

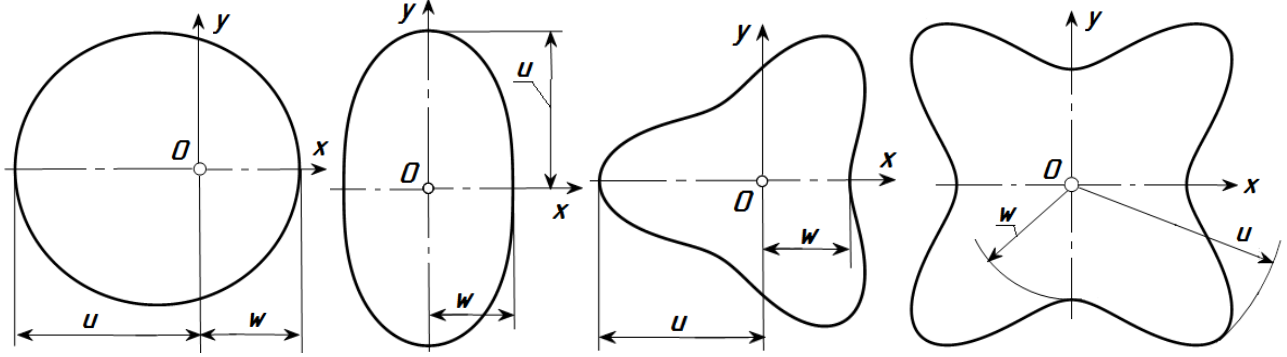
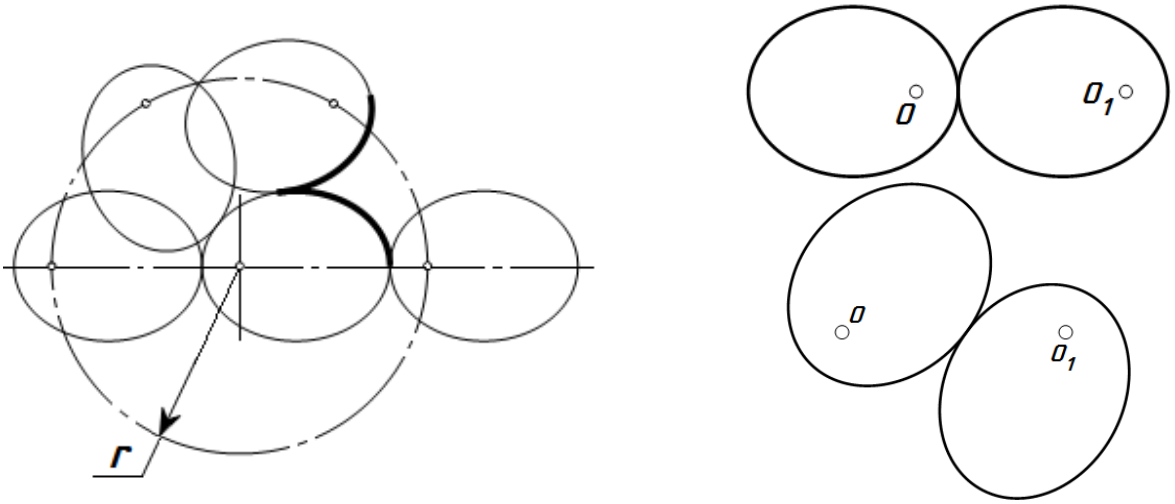


Рис. 1. Криві, побудовані за рівнянням (1) при $p=3,2$, $e=0,3$ і різних значеннях сталої n (від 1 до 4)

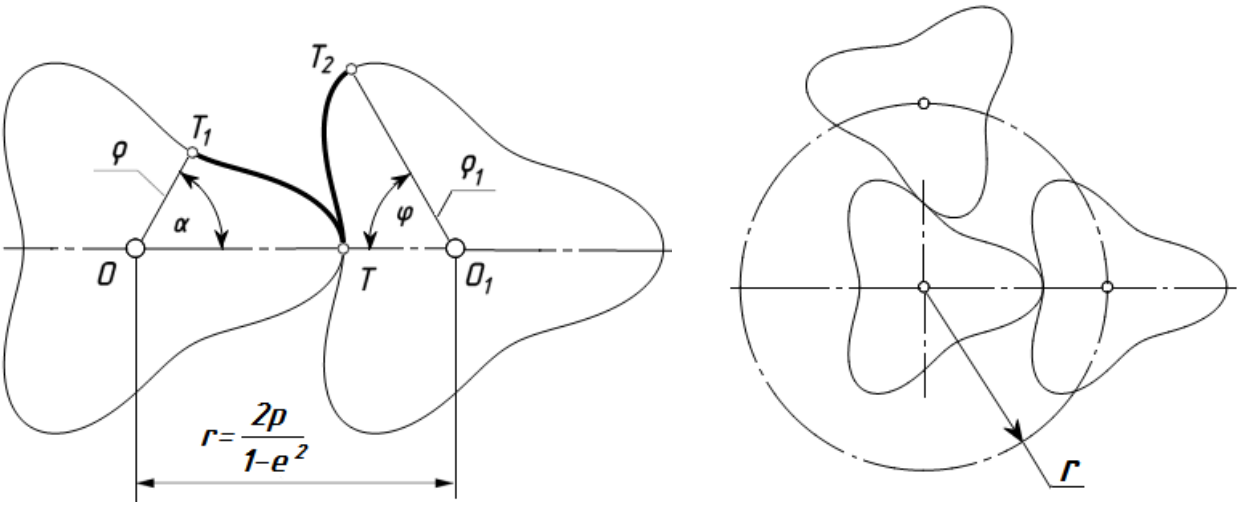
Для всіх кривих є характерними два розміри: мінімальне значення радіус-вектора w і його максимальне значення u. Кожна із цих кривих може перекочуватися одна по одній без ковзання, при цьому центр рухомої кривої описує коло. Це показано на рис. 2,а на прикладі однакових еліпсів, у яких центрами обертання є фокуси. Потовщеною лінією показано дуги еліпсів рівної довжини, що свідчить про кочення без ковзання. Якщо центри таких кривих зробити нерухомими, то криві будуть обкочуватися одна по одній, одночасно обертаючись навколо нерухомих центрів O і O_1. Два положення еліпсів при такому обкочуванні показано на рис. 2,б.



а б

Рис. 2. Кочення однакових еліпсів один по одному:
а) один еліпс нерухомий, фокус рухомого еліпса описує коло;
б) еліпси котяться один по одному, обертаючись навколо нерухомих центрів, якими є фокуси

При інших значеннях n отримаємо криві, зображені на рис. 1. Характерним для цих кривих є те, що кожна пара однакових кривих може котитися одна по одній без ковзання, одночасно обертаючись навколо нерухомих центрів. На рис. 3 побудовано криві при $n=3$. Оскільки центроїди рівні, то рівні і їх відповідні дуги (рис. 3,а). Якщо одну центроїду обкочувати по іншій (нерухомій), то центр рухомої центроїди буде рухатися по колу (рис. 3,б).



а б

Рис. 3. Кочення однакових центроїд, побудованих при $n=3$, одна по одній:
а) вихідне положення центроїд перед коченням;
б) центр рухомої центроїди при коченні по нерухомій описує коло

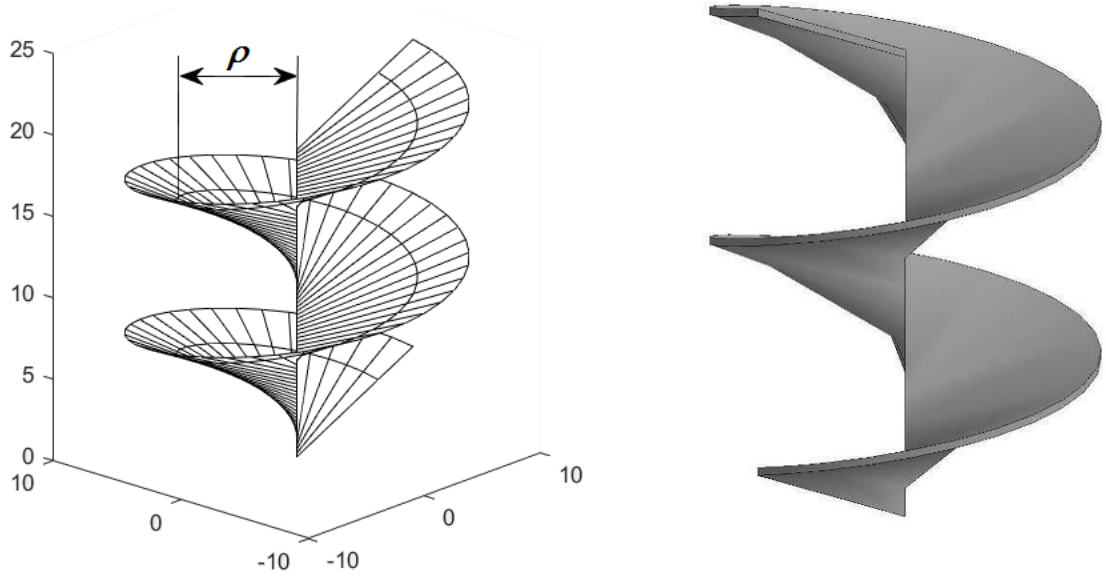
Міжцентрова відстань є сумою мінімального w і максимального u значень радіус-вектора ρ і визначається через сталі p і e.

УДК 514.18

ГРАВІТАЦІЙНИЙ СПУСК, УТВОРЕНИЙ ПОВЕРХНЕЮ КОСОГО ЗАКРИТОГО ГЕЛІКОЇДА

С. Ф. ПИЛИПАКА, д.т.н., проф.,
М. О. БУТКОВ, студент,
О. О. СЕНТИЩЕВ, студент,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: s.pylypaka@nubip.edu.ua

Косий закритий гелікоїд утворюється гвинтовим рухом прямолінійної твірної, яка нахилена під сталим кутом β до горизонтальної площини і перетинає вертикальну вісь (рис. 1,а). Швидкість підйому прямолінійної твірної вздовж вертикальної осі OZ залежить від значення гвинтового параметра b, який визначає крок H будь-якої гвинтової лінії поверхні за формулою $H=2\pi b$. Якщо $b=0$, тобто наявний тільки обертальний рух, а поступальний вздовж осі OZ відсутній, то утвореною поверхнею буде конус.



а б

Рис. 1. Гелікоїдальні лінійчаті поверхні:
а) аксонометрія косого гелікоїда; б) твердотільна модель

Для аналітичного опису руху частинки по поверхні складаються диференціальні рівняння. Вони ґрунтуються на другому законі Ньютона, який у векторному вигляді записується наступним чином:

$$m\bar{a} = \bar{F}, \qquad (1)$$

де m – маса частинки, $\bar{a}$ – вектор прискорення, $\bar{F}$ – результуючий вектор прикладених до частинки сил. Такими силами є сила ваги mg (g=9,81 *м/с*^{2}),

реакція R поверхні, спрямована вздовж нормалі до поверхні та сила тертя F_f, спрямована в протилежну сторону від напрямку руху.

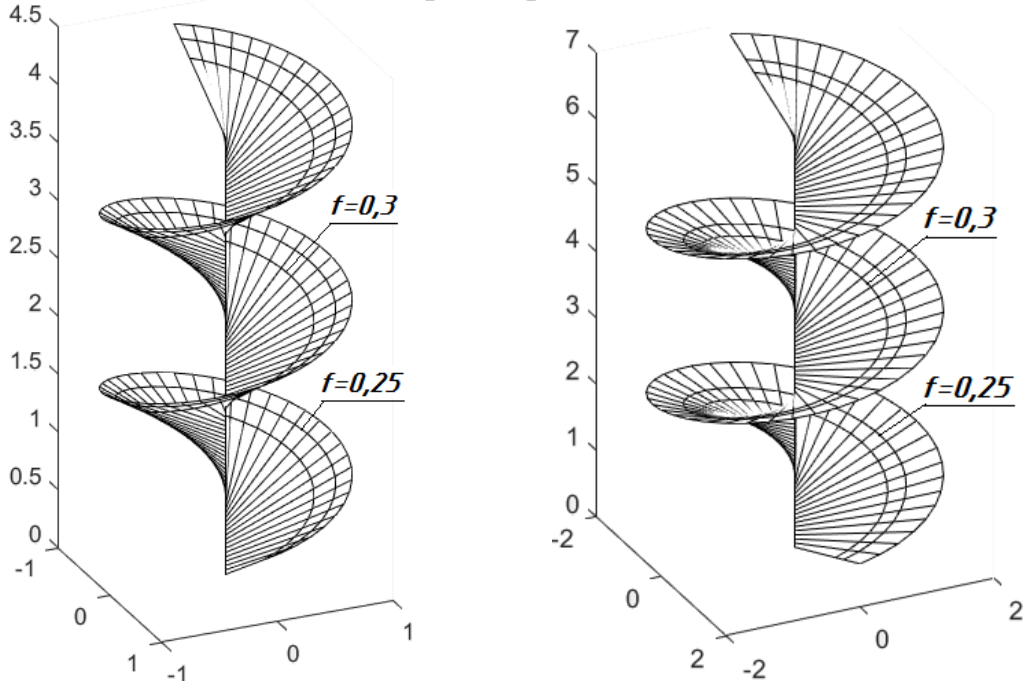
Векторне рівняння (1) розписується в проекціях на осі системи координат $OXYZ$. Його вдається розв'язати після стабілізації руху, тобто коли відстань ρ частинки від осі, її швидкість руху V і реакція поверхні R стають сталими:

$$\rho = \frac{b\cos\beta}{\sqrt{2}f}\sqrt{1-f^2+\sqrt{\frac{4f^2}{\cos^2\beta}+\left(1-f^2\right)^2}}. \qquad (2)$$

$$V = \sqrt{\frac{bg\sin\beta}{\sqrt{2}f}\sqrt{1-f^2+\sqrt{\frac{4f^2}{\cos^2\beta}+\left(1-f^2\right)^2}}}. \qquad (3)$$

$$R = \frac{mg}{\sqrt{f^2+\frac{\cos^2\beta}{2}\left(1-f^2+\sqrt{\frac{4f^2}{\cos^2\beta}+\left(1-f^2\right)^2}\right)}}. \qquad (4)$$

Отримані результати дають можливість розрахувати кінематичні параметри руху частинки по косому гелікоїду. Вони залежать від гвинтового параметра гелікоїда b, кута нахилу β прямолінійних твірних і коефіцієнта тертя f. Одну і ту ж саму швидкість V руху частинки можуть забезпечити гелікоїди із різними конструктивними параметрами (рис. 2).



а б

Рис. 2. Косі гелікоїди з нанесеними траєкторіями руху частинки, які забезпечують задану швидкість руху $V=2$ *м/с* при коефіцієнті тертя $f=0,3$ і $V=2,18$ *м/с* при коефіцієнті тертя $f=0,25$:

а) $\beta=30°$ і $b=0,24$; б) $\beta=18°$ і $b=0,394$

УДК 614.82

НОВІ АСПЕКТИ ПРОХОДЖЕННЯ МЕДИЧНИХ ОГЛЯДІВ ВОДІЇВ

Т. О. ЗУБОК, кандидат с.г. наук, доцент,
Л. Е. ПІСКУНОВА, кандидат с.г. наук, доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: tanyzubok@gmail.com, piskunova2712@ukr.net

Кожний громадянин, який не має медичних протипоказань та пройшов повний курс навчання за відповідними програмами, може в установленому порядку отримати право на керування транспортними засобами відповідної категорії. Це визначено частиною 1 статті 15 Закону України «Про дорожній рух» від 30.06.1993 № 3353-XII(*далі*— Закон про дорожній рух).

Перелік захворювань і вад, при яких особа не може бути допущена до керування відповідними транспортними засобами, затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України від 24.12.1999 № 299(*далі* — Перелік № 299). До таких протипоказань, зокрема, належать хронічні захворювання органів зору, слуху, судинні захворювання тощо, які об'єктивно ускладнюють чи унеможливлюють допуск хворого до керування транспортними засобами.

Наявність захворювання або вади, вказаної у переліку № 299, є протипоказанням до керування відповідною категорією транспортних засобів. Однак звертаємо увагу на те, що згаданий перелік не є вичерпним. Адже на сьогодні він суперечить пункту 2.13 Правил дорожнього руху, затверджених постановою Кабінету Міністрів України від 10.10.2001 № 306 (*далі* — Правила дорожнього руху).

У пункті 2.13 Правил дорожнього руху названо цілих 14 категорій транспортних засобів (A1, A, B1, B, C1, C, BE, C1E, CE, D1, D, D1E, DE, T), у той час, як Переліком №299 захворювання та вади, при яких заборонене керування транспортом, встановлені лише щодо деяких категорій — A, B, C, D, E, T.

Тому на сьогодні при проходженні медичних оглядів громадянам для отримання права на керування транспортними засобами слід керуватися нормами Переліку № 299, орієнтуючись при цьому на відповідний тип транспортного засобу, включений у категорію, а не на найменування категорії.

Особа, яка бажає отримати право на керування транспортними засобами відповідної категорії чи типу, зобов'язана пройти медичний огляд(відповідно до пункту 16Положення про порядок видачі посвідчень водія та допуску громадян до керування транспортними засобами, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 08.05.1993 №340, посвідчення водія на право керування транспортним засобом однієї з категорій видають особі, яка пройшла медичний огляд у порядку, встановленому Міністерством охорони здоров'я України, а також підготовку або перепідготовку відповідно до встановлених планів і програм та склала теоретичний і практичний іспити у сервісному

центрі Міністерства внутрішніх справ України.), підготовку або перепідготовку відповідно до типової навчальної програми, успішно скласти теоретичний і практичний іспити.

УДК 656.135.2

ОСНОВНІ НАПРЯМИ ЗАХИСТУ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВІЗНИКІВ ВІД НЕОБҐРУНТОВАНОЇ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ В КРАЇНАХ ЄС

С. І. БОНДАРЄВ, к.т.н., доцент,
Національний університет біоресурсів та природокористування України
E-mail: bondarev@nubip.edu.ua

На автоперевізника покладається велика відповідальність за своєчасну доставку вантажу і тому сам перевізник має бути юридично захищеним від необґрунтованих звинувачень, які можуть призвести до порушень умов договору. З цією метою необхідно обґрунтувати такі «механізми» юридичного регулювання взаємовідносин перевізника і замовника перевезень, щоб перевізник був захищеним від необґрунтованого звинувачення і не ніс відповідальності за невиконаний матеріальний збиток.

Однією з ключових вимог, що стосуються автомобільних перевізників або експедиторів полягає у «великій швидкості доставки продукції з міць виробництва в пункти споживання в чітко обумовлені строки» в області автомобільних перевезень вантажів та відносно відповідальності перевізника вітчизняний і «міжнародний» законодавець віддає перевагу чітко визначеним договірним зобов'язанням щодо недотримання умов. Така позиція є обґрунтованою, а саме з причин:

- законне порушення чи невиконання у повному обсязі зобов'язань являється механізмом, котрий не здатен враховувати всі особливості конкретних правовідносин, а також є загроза щодо неадекватного захисту прав обвинуваченого;
- При виконанні міжнародних автоперевезень вантажів сторони несуть зобов'язання згідно з положеннями Конвенції КДПВ. Вона чітко не прописує розмір відповідальності за прострочення доставки, порушення правил перевезень вантажів тощо. Таким чином, закріплення в законодавстві кожної країни, яка є гравцем в зовнішньоекономічній діяльності (ЗЕД), широкого переліку законних зобов'язань, зазначених вище, лише збільшить кількість розходжень в правовому регулюванні міжнародних автоперевезень.

Судова практика з питання відшкодування перевізником непрямих збитків неоднозначна, тому щоб уникнути виникнення спірних ситуацій доцільно визначити долю таких збитків безпосередньо на стадії укладання договору (прямо передбачити, що вони відшкодовуються або прямо

передбачити, що не відшкодовуються). Однак, гонитва автоперевізника за прибутком, як правило, призводить до необґрунтованого ризику при підписанні договорів перевезень на умовах замовника.

Питання обмеження відповідальності перевізника за штрафні санкції третіх осіб часто стає предметом палких дискусій на етапі укладання договору. Результатом переговорів може бути включення в договір застереження про повну відповідальність перевізника за такі збитки або про повне її виключення або ж компромісні варіанти, наприклад:

- про пропорційний розподіл таких збитків між замовником і перевізником (50/50, 75/25 тощо), що сприяє сумлінному запереченню клієнта проти необґрунтованих вимог третіх осіб;

- про встановлення граничного розміру таких збитків, що підлягають відшкодуванню (найчастіше в твердій сумі або пропорційно вартості товару).

- при міжнародних перевезеннях, до яких може бути застосована Конвенція КДПВ, перевізник не зобов'язаний відшкодовувати замовнику непрямі збитки, такі як упущена вигода (неодержаний прибуток) і штрафні санкції, сплачені третім особам, ні в разі втрати або пошкодження вантажу, ні в разі прострочення його доставки.

Отже, перевізник чи експедитор, розуміючи, що міжнародне законодавство в сфері міжнародних перевезень читко не регулює зазначену відповідальність, а також, що обов'язок безпосередньо не покладено ні на перевізника, ні на вантажовідправника повинен виходити з:

- національного законодавства;
- договірних відносин;
- правозастосовної практики.

Але, відповідно до сформованої практики перевізник відповідає за кріплення вантажу в цілях безпеки дорожнього руху. Вантажовідправник, в свою чергу, відповідає за питання кріплення вантажу в цілях забезпечення його збереження.

Однак, виходячи із специфіки вантажу і транспортного засобу, на перевізника може бути покладено обов'язок по кріпленню вантажу з метою його збереження. Такий обов'язок повинна бути узгоджена в договорі на перевезення вантажу.

Тому, проблематика збереження вантажів під час транспортування є досить проблематичним питанням. В умовах господарювання українських перевізників в ЗЕД (міжнародні перевезення вантажів) з країнами ЄС необхідно мати свій особливий підхід щодо кріплення вантажів і правил його транспортування по догам різних класів, особливо українським. Тому і відповідальність в даному аспекті питання перекладається на перевізника у повному обсязі.

Також варто звернути увагу на умови праці і оплати тарифу за перевезення, наприклад за тонно-кілометр, погодинна оплата. Отже, під час транспортування вантажів виникають вимушені простої з різних причин, але не з вини перевізника. В такому випадку є потреба в уточненні і правового

підкріплення окремих норм про порушення термінів доставки вантажів. Однак, можливість реалізації даної норми на практиці утруднена. Проблема у тому, що визначити розмір відшкодування за прості рухомого складу, виходячи з погодинного тарифу можливо лише у тому випадку, якщо робота ТЗ оплачується відповідно погодинному тарифу. Таким чином, за умови встановлення, що вантажовідправник повинен заплатити за простій, тоді було б доцільно закріпити норму щодо розміру такого відшкодування перевізнику, яка має бути обґрунтована за двома критеріями – оплата робочого часу та оплата можливих фінансових втрат перевізника за час перебування в простої не з його вини.

УДК 631

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗМІНИ КРУТНОГО МОМЕНТУ РОБОТИ ЗАПОБІЖНОЇ МУФТИ

О. М. ТРОХАНЯК, к.т.н., доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
E-mail: klendii_o@ukr.net

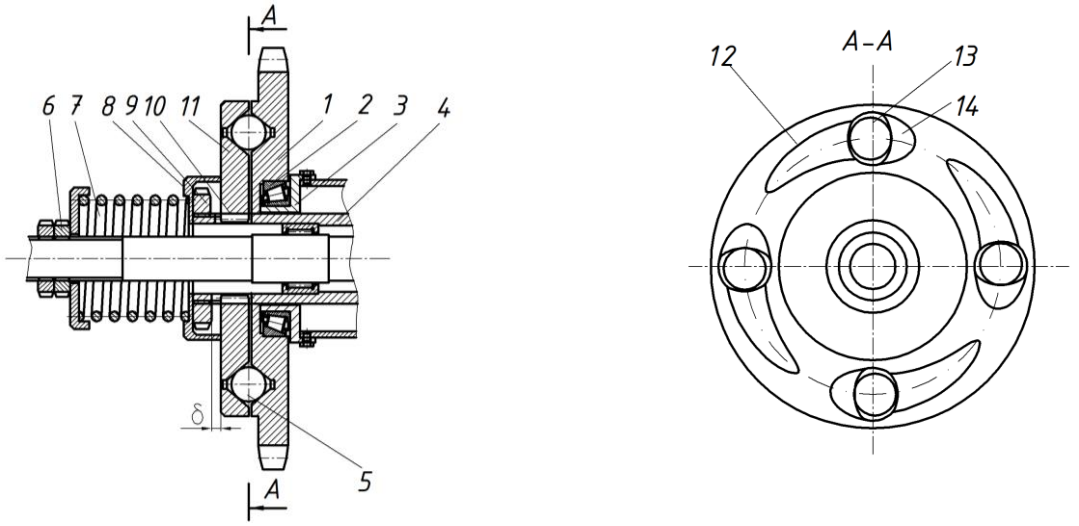
Для усунення заклинення робочого органу шнекового конвеєра під час передачі крутного моменту запропоновано застосовувати запобіжну муфту [1-3; 7] із розділеними у часі режимами буксування і осьового зміщення шнека для відновлення робочого стану транспортера. Конструктивна схема та загальний вигляд муфти та робочої поверхні веденої півмуфти представлено на рис. 1. Під час передачі крутного моменту кульки знаходяться в зачепленні із лунками ведучої півмуфти, це забезпечує обертання запобіжної муфти та гвинтового органу. Ведена півмуфта закріплена на шліцах валу із можливістю осьового зміщення. Між веденою півмуфтою і гайкою є зазор δ, величина якого відповідає запобіжному режиму. По діаметру розміщення кульок та лунок із обох сторін лунки на торцевій поверхні ведучої півмуфти є похилі робочі і зворотні канавки, причому кут нахилу робочої канавки є значно меншим кута нахилу зворотної канавки. Під час виникнення перевантаження ведена півмуфта зупиняється, а ведуча продовжує обертатися, це в свою чергу викликає вихід кульок із зачеплення з лунками. І кульки рухаються по робочій канавці, що призводить до плавного «м'якого» осьового відведення заклиненого шнека. При подальшому обертанні ведучої півмуфти кульки по зворотній канавці заходять у лунки, відновлюючи початковий стан муфти. Для встановлення інтенсивності впливу таких чинників, як кут нахилу шнека до горизонту, його частота обертання та час зростання моменту опору, на значення крутного моменту на привідному валу, що виникає під час переміщення сипкого чи кускового матеріалу виконано багатофакторний експеримент [4-6].

Домінуючими факторами, які впливають на момент спрацювання запобіжної муфти гвинтового конвеєра є кут нахилу робочого органу до горизонту, частота обертання робочого органу та час зростання моменту опору.

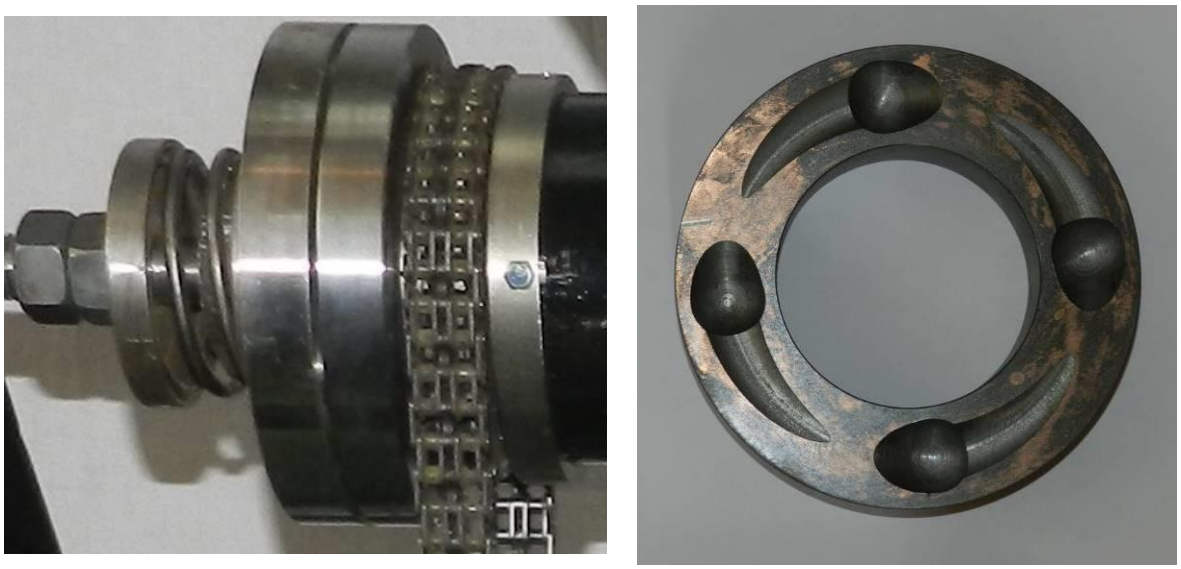
Для визначення інтенсивності впливу даних факторів на величину крутного моменту на привідному валу, який виникає при переміщенні сипкого чи кускового матеріалу проведено багатофакторний експеримент.

Відповідно в натуральних координатах рівняння регресії прийме вигляд

$$T = 106,091 - 0,019\alpha + 0,142\alpha n - 0,012nT_0 + 0,062T_0^2 . \quad (1)$$



а



б

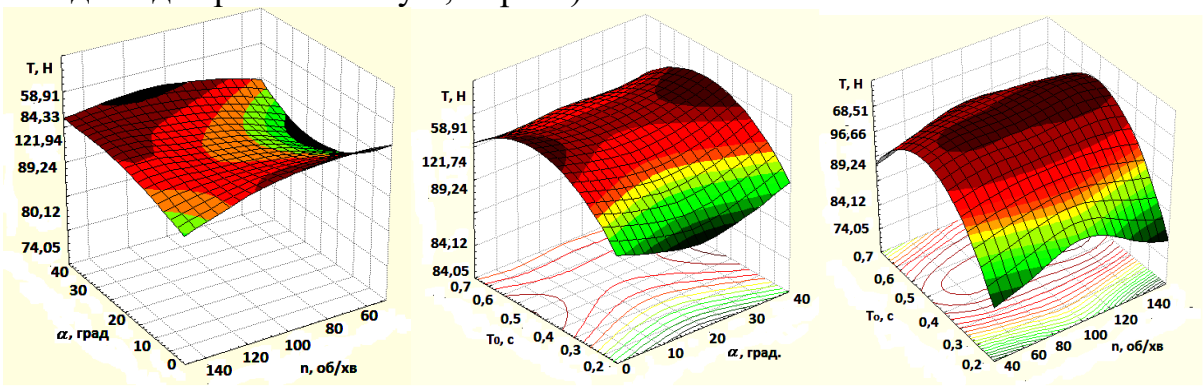
Рис. 1. Конструктивна схема (а) та загальний вигляд (б) запобіжної муфти і робочої поверхні веденої півмуфти: 1 – ведуча півмуфта; 2 – радіально – упорний підшипник; 3 – корпус; 4 – вал шнека; 5 – кульки; 6 – гайка; 7 – центральна пружина; 8 – втулка; 9 – гайка; 10 – шліци; 11 – ведена півмуфта; 12 – похила робоча канавка; 13 – лунки; 14 - похила зворотна канавка

За результатами розрахунків, які проводили за допомогою пакета прикладних статистичних програм обробки та аналізу результатів експериментальних досліджень для ПК, будували тривимірні просторові залежності поверхонь відгуку крутного моменту при транспортуванні зернового матеріалу для наочного зображення результатів проведених експериментальних лабораторних досліджень.

Отримані регресійні залежності крутного моменту при транспортуванні кускового та сипкого матеріалів у вигляді функціонала $T = f(\alpha; n; T_o)$ характеризували впливи одиничних факторів (кута нахилу робочого органу до горизонту α, частоти обертання робочого органу *n*, та часу зростання моменту опору T_o) та їх взаємодію на параметр оптимізації [8].

На рис. 2 зображено поверхні відгуку зміни крутного моменту спрацювання запобіжної муфти від кута нахилу робочого органу до горизонту α, частоти обертання робочого органу *n*, та часу зростання моменту опору T_o.

З їх аналізу можна встановити, що найбільший вплив на величину крутного моменту T має частота обертання робочого органу n (зміна n призводить до зростання T у 2,14 рази).



а б в

Рис. 2. Поверхні відгуку крутного моменту T від одночасної зміни двох факторів: а - $T = f(n, \alpha)$; б - $T = f(\alpha, T_0)$; в - $T = f(n, T_0)$.

Далі за інтенсивністю впливу на T є величина кута нахилу робочого органу до горизонту α (зміна α призводить до зростання T у 1,98 рази) і найменший вплив на величину T має часу зростання моменту опору T_o (зміна T_o призводить до падіння T у 1,17 рази).

Список використаних джерел

1. Hevko R. B., Dzyura V. O., Romanovsky R. M. Mathematical model of the pneumatic-screw conveyor mechanism operation // INMATEH: Agricultural engineering. 2014. Вип. 44. № 3. С. 103-110.

2. Hevko R. B., Zalutskyi S. Z., Tkachenko I. G., Klendiy O. M. Development and investigation of reciprocating screw with flexible helical surface // INMATEH: Agricultural engineering. 2015. Вип.. 46. № 2. С. 133-138.

3. Hevko R. B., Klendiy O. M. The investigation of the process of a screw conveyer safety device actuation // INMATEH: Agricultural engineering. 2014. Вип. 42. № 1. С. 55-60.

4. Сулимов В. К., Сулимова Т. В., Гевко Р. Б. Предохранительное устройство. А.с. 1437597, МКИ F16D 7/04. – №4155124. Заявл. 02.12.86. Опубл. 15.11.88. Бюл. №42. – 3 с.

5. Гевко Р. Б., Клендій О. М. Запобіжний пристрій. Пат. №71785, МПК F16D 7/00, заявник і власник патенту Тернопільський національний економічний університет. - № u201200608; заявл. 19.01.2012; опубл. 25.07.2012, Бюл. № 14.

6. Хайлис Г. А. Основы теории и расчета сельскохозяйственных машин / Г. А. Хайлис. – Киев: Изд-во УСХА, 1992, 240 с.

7. Гевко Р. Б., Клендій О. М. Підвищення надійності функціонування гвинтових конвеєрів // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Харків, 2011. Вип.. 114. С. 168 – 172.

8. Гевко Р. Б., Клендій О. М. Результати експериментальних досліджень кулькового запобіжного пристрою шнекового транспортера // Вісник інженерної академії України. 2014. № 3-4. С. 236–241.

Секція 5 *«Новітні матеріали і технології в сільскогосподарському машинобудуванні»*

УДК 669.14.018.25:620.18:539.374

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЛИТТЯ НА НАПРУЖЕННЯ В БІМЕТАЛЕВИХ ВИЛИВКАХ

Є. Г. АФТАНДІЛЯНЦ, доктор технічних наук, професор
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: aftyev@yahoo.com

Застосування біметалевих виливків в обладнанні, що працює в умовах значних динамічних навантажень і інтенсивного абразивного, ударно-абразивного і гідроабразивного зношування дозволяє істотно підвищити надійність і довговічність виробів, а також конкурентоспроможність обладнання на світовому ринку.

Однак вимога постійного підвищення рівня експлуатаційних властивостей біметалевих виливків при мінімальній витраті легуючих елементів і енергоносіїв викликає необхідність аналізу та дослідження процесу розвитку напружень в біметалевих виливків. Це пов'язано з тим, что напруження, що виникають під час виготовлення біметалевих виливків та протягом їх роботи в умовах експлуатації, оказують суттєвий вплив на якість біметалевих виливків.

Хімічний склад і технологічні параметри виробництва істотно впливають на надійність литих виробів. У загальному випадку напружений стан виливка при охолодженні після затвердіння визначається різницею між допустимою швидкістю деформації і швидкістю наростання вільної ливарної усадки.

Оскільки до теперішнього часу в даному напрямку відсутній системний аналіз, метою роботи було дослідження процесу розвитку напружень в біметалевих виливок і вплив на нього хімічного складу і технологічних параметрів їх виготовлення, а також розробка моделі процесу.

Закономірності розвитку напружень і руйнування біметалевих виливок досліджували на зразках розмірами 300х80х40 мм, виготовлених послідовною заливкою розплавів в ливарну форму, при різних товщинах шарів сталі і чавуну.

Номери виливків, марки сплавів біметалевих пар, співвідношення товщини і послідовність заливки шарів вказані в табл. 1.

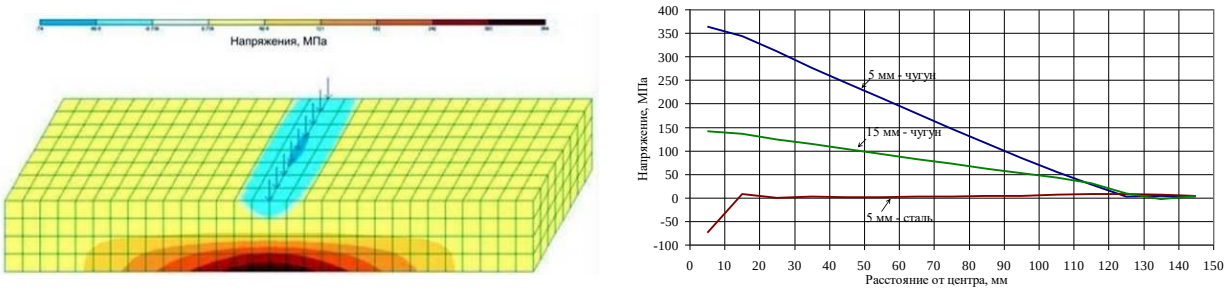
Приклад розвитку напружень та їх розподіл по товщині і довжині біметалевого виливку № 1 наведено на рис. 1.

Напружено-деформований стан біметалевих виливків в литому стані залежить, в основному, від розвитку усадочних процесів в металевій основі і робочому шарі, які визначаються їх хімічним складом, умовами заливання, тепловідведення при твердненні і охолодження після твердннення.

Таблиця 1.

Номери виливків, марки сплавів біметалевих пар, співвідношення товщин і послідовність заливки шарів

Номер виливка	Біметалева пара	Співвідношення товщин шарів, $S_{ст}/S_{чав}$	Послідовність заливання шарів
1, 2	Сталь 25Л – Чавун 300Х12Г5	20/20	Чавун на сталь
3, 4		30/10	
6		10/30	
7	Чавун 300Х12Г5 – Сталь 25Л	10/30	Сталь на чавун
8		30/10	
9		20/20	
10	Чавун ЧХ22 – Сталь 70ГЛ	20/20	Сталь на чавун
11		10/30	
12		30/10	
13	Сталь 70ГЛ – Чавун ЧХ22	30/10	Чавун на сталь
14		20/20	
15		10/30	



а б

Рис. 1. Поля напружень та їх розподіл по товщині і довжині біметалевог виливку № 1.

Основа сталь 25Л - Робочий шар чавун 300Х12Г5Л

Приймаючи за незалежні фактори параметри заливання біметалевих виливків, а також вуглецеві еквіваленти стали металу-основи і чавуну робочого шару, визначили ефективність впливу вихідних факторів на розвиток напружень в біметалевих виливках.

Дослідження розвитку і розподілу напружень в робочому шарі при руйнуванні біметалевих виливків показало, що визначальний вплив на цей процес надають відношення товщини робочого шару до товщини металу-основи, вуглецевий еквівалент сталі, швидкість охолодження в інтервалі твердннення і температури заливання першого і другого шарів.

Кількісна закономірність такого впливу має наступний вигляд:

$$\sigma = -4743 + 73 \cdot \frac{\delta_{чав}}{\delta_{ст}} - 141 \cdot C_{ест} - 49 \cdot V_{зат} + t_{зал1} + 3 \cdot t_{зал2} - 3 \cdot l_{вил} - 12 \cdot h_{вил}, (1),$$

$$R = 0{,}926$$

де σ – напруга в робочому шарі біметалевого виливка, МПа; $\delta_{чуг}/\delta_{ст}$ – відношення товщини робочого шару до товщини металу-основи; $C_{эст}$ – вуглецевий еквівалент сталі, %; $V_{зат}$ – швидкість охолодження в інтервалі тверднення, °С/с; $t_{зал1}$, $t_{зал2}$ – відповідно, температура заливання першого і другого шарів, °С; $l_{отл}$ – відстань від центру по довжині виливка, мм; $h_{отл}$ – відстань від поверхні руйнування по висоті виливка, мм.

Оцінка ефективності впливу факторів показує, що збільшення вуглецевого еквівалента стали і швидкості охолодження в інтервалі тверднення призводить до зниження рівня напруги в біметалевих виливках, а відношення товщини робочого шару до товщини металу-основи і температури заливки першого і другого шарів - до його підвищення. При цьому співвідношення впливу вищевказаних факторів наступне: 1 : 0,5 : 2,0 : 0,7 : 2,0.

УДК 669.01 (075)

ДИСТАНЦІЙНА НАВЧАЛЬНА ПРАКТИКА ЗА НАПРЯМОМ ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ І СПЛАВІВ ТИСКОМ

Є. Г. АФТАНДІЛЯНЦ, доктор технічних наук, професор
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: aftyev@yahoo.com

У зв’язку з переходом на дистанційне навчання на кафедрі технології конструкційних матеріалів і матеріалознавства (ТКМіМ) факультету конструювання та дизайну Національного університету біоресурсів і природокористування України дистанційну навчальну практику організували таким чином.

На сайті кафедри ТКМіМ в розділі навчальна робота була створена папка «Практика», що містить графік практик і папки «Навчальна практика» та «Виробнича практика».

У папки «Навчальна практика» (https://nubip.edu.ua/node/77793) розташовані «Наскрізна програма практичної підготовки студентів», журнал з завданням по навчальної практики частина 1 і 2 та навчально-методичне забезпечення з навчальної практики за напрямом «Технологія обробки металів і сплавів тиском» і іншими напрямами. Для кращого засвоєння практичного матеріалу в папку «Технологія обробки металів і сплавів тиском» завантажені методичні вказівки та навчальний відеоматеріал.

Старостам груп і студентам, що повинні, відповідно до графіку, пройти навчальну практику на кафедрі ТКМіМ, відправляються повідомлення на їх

електроні пошти.

У повідомлені вказується, що відповідно до програми навчальної практики студенти повинні вивчити методичні вказівки та відеоматеріал, що розміщений в папці «Технологія обробки металів і сплавів тиском» та ознайомитися з технологією кування та пресування.

Наприклад, з технологією виготовлення молотків, прошивання отворів в головки молотку (рис. 1) та роботою 2500 тонного гідравличного пресу (рис. 2).

Після вивчення методичних вказівок та навчальних фільмів студенти заповнюють журнали навчальної практики, виконують розрахунки та дають відповіді в журналах на питання, що наведені в журналі, фотографують їх або в форматі “Word” відправляють журнали керівникам практики на перевірку.

Студенти отримають заліки з дистанційної навчальної практики на кафедрі технології конструкційних матеріалів і матеріалознавства за результатами перевірки заповнених журналів і можливого додаткового спілкування.

Рис. 1. Прошивання отвору в головці молотку.
(https://www.youtube.com/watch?v=tAwAPBrxWqM&feature=youtu.be).

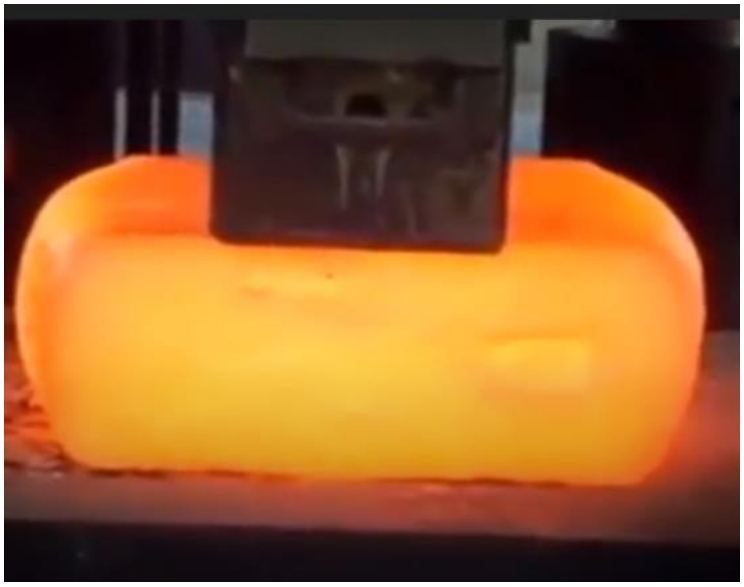


Рис. 2. Пресування заготовки в 2500 тонному гідравличному пресі.
(https://www.youtube.com/watch?v=Pn5YPMXigCw&feature=youtu.be).

УДК 669.14.018.25:620.18:539.374

ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ БІМЕТАЛЕВИХ ВИЛИВКІВ У ЛИТОМУ СТАНІ

Є. Г. АФТАНДІЛЯНЦ, доктор технічних наук, професор
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: aftyev@yahoo.com

Результати металографічного аналізу показали, що структура біметалевих виливків в литому стані складається з фериту, перліту, залишкового аустеніту і карбідів. При цьому кількість і розмір зерен фериту та перліту в сталевий основі змінювалися, відповідно, від 10 до 40 і від 60 до 90 % об., від 25 до 240 і від 47 до 175 мкм, ширина феритного і перлітного шару в перехідної зоні - від 12 до 50 і від 30 до 75 мкм, кількість і розмір карбідів і зерен перліту в робочому шарі - від 27 до 32 мас. дол. %, від 4 до 60 об. дол. % і від 43 до 100 і від 15 до 107 мкм, відповідно, відстань між пластинами цементиту в перліті від 0,3 до 1,0 мкм і об'ємна частка залишкового аустеніту в робочому шарі від 8 до 68 об. дол. %.

Аналіз результатів досліджень показує , що в процесі затвердіння і охолодження після затвердіння біметалевих виливків вміст структурних складових і дисперсність ферито - перлитної структури металу - основи визначається вуглецевим еквівалентом стали і швидкостями охолодження в рідкому стані, інтервалі твердіння і температурній області від 600 до 800 ^{o}C перед перетворенням аустеніту; розмір феритного і перлітного шару в перехідній зоні– вищезазначеними параметрами, а також вуглецевим еквівалентом чавуну; кількість карбідів - вуглецевим еквівалентом чавуну, а їх розмір - також швидкістю охолодження робочого шару в рідкому стані і в інтервалі твердіння.

Кількість і розмір зерен перліту в робочому шарі, а також відстань між пластинами цементиту в перліті визначається швидкістю охолодження робочого шару в інтервалі температур від 600 до 800 ^{o}C, вуглецевим еквівалентом чавуну і температурним інтервалом перетворення аустеніту робочого шару; об'ємна частка залишкового аустеніту в робочому шарі - вуглецевим еквівалентом чавуну і швидкістю охолодження робочого шару в рідкому стані і в інтервалі твердіння .

Збільшення швидкості охолодження біметалевого виливка в рідкому стані, інтервалі твердіння і температурної області від 800 до 600 ^{o}C призводить до диспергування структури основи, та робочого шару і розширенню перехідної зони. Легування сталі марганцем і хромом призводить до диспергуванню зерен фериту та перліту в основі біметалевих виливків і розширення перехідної зони. Збільшення вмісту марганцю в чавуні призводить до диспергування всіх досліджених структурних складових робочого шару, а додаткове легування хромом - до збільшення розмірів карбідів і зерен перліту.

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ КОМПЛЕКС ОТРИМАННЯ ЕФЕКТИВНИХ ФОРМ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ ЗАСТОСУВАННЯ У ТЕХНОЛОГІЯХ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

К. В. ВИНАРЧУК, аспірант
С. К. ЛОПАТЬКО аспірант

Розглянуті питання синтезу біогенних металів для застосування у технології вирощування зернових культур з використанням підводного електроіскрового синтезу. Попередні дослідження вказують на ефективність застосування дисперсної форми мікроелементів у порівнянні з традиційними агрохімічними препаратами [1].

Встановлено, що концентрація металевої форма мікроелементів може бути на порядок знижена у порівнянні з хелатною формою аналогічних металів [2]. Одночасно показано, що ефективність колоїдної форми металів або цитратів та саліцилатів досліджених металів є доцільним при застосуванні у технологіях при вирощуванні зернових культур [3].

Запропоновані нові технологічні принципи отримання ефективних форм мікроелементів в процесі утворення підводного плазмового каналу між металевими гранулами. Уточнено температуру плазмового каналу, що утворюється при руйнування поверхні металевих гранул при диспергуванні в умовах дистильованої води та електролітів.

Використання запропонованих форм мікроелементів впливає на біологічні показники якості урожаю зернових та зернобобових культур.

1. Features of Obtaining of Plasma-Erosion Nanodispersed Silver Hydrosols and Their Bactericidal and Fungicidal Properties/ S. M. Zakharchenko, N. A. Shydlovska, A. O. Perekos, K. G. Lopatko, O. S. Savluk. Metallofiz. Noveishie Tekhnol., 42, No. 6: 829—851.

2. Influence of acoustic and electromagnetic actions on the properties of aqueous nanoparticle dispersions used as tempering liquids for dental cement / V. V. Azharonok, N. Kh. Belous, S. P. Rodtsevich, S. V. Goncharik, K. G. Lopat′ko, E. G. Aftandilyants, A. N. Veklich, V. F. Boretskii & A. I. Orlovich. Journal of Engineering Physics and Thermophysics. Volume 89, pages 702–713.

3. Poyedinok, N., Mykhaylova, O., Sergiichuk, N. et al. Effect of Colloidal Metal Nanoparticles on Biomass, Polysaccharides, Flavonoids, and Melanin Accumulation in Medicinal Mushroom Inonotus obliquus (Ach.:Pers.) Pilát. Appl Biochem Biotechnol 191, 1315–1325.

УДК 621.79

ТЕХНОЛОГІЯ ВІДНОВЛЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРИРОДНОЇ РЕЧОВИНИ – ГЛИНИ

І. М. РИБАЛКО, кандидат технічних наук
О. В. ТІХОНОВ, кандидат технічних наук, доцент
А. В. ЗАХАРОВ, асистент
В. С. ГОБИШ, студент
Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка,
E-mail: kafedraTSRP@i.ua

Необхідні характеристики відновлювальних покриттів зазвичай забезпечують легуванням і модифікування з введенням до складу домішки спеціальних компонентів або їх з'єднань. Існує велика кількість методів їх введення в рідку ванну. Всі ці методи і параметри при відновлювальному наплавленні визначаються ефективністю використання деталей в експлуатації.

Раніше проведеними дослідженнями була показана доцільність використання різних модифікуючих домішок вторинної сировини. Це і зольні відходи, і детонаційна шихта від утилізації боєприпасів, застосування природного фулерену - шунгіту. Всі ці домішки, що вводяться в відновлювальне наплавлення, показали значний ефект щодо підвищення зносостійкості і зниження витрат на матеріали загалом. Останнім часом широко застосовують і металокерамічні покриття. Раніше вченими було показано, що домішка бентонітової глини в осередок тертя істотно підвищує зносостійкість деталей у спряженні.

Тому метою даної роботи було встановлення можливості та ефективності використання глини в якості модифікуючої домішки в рідку ванну при відновлювальному наплавленні із забезпеченням зміцнюючого ефекту [1].

Відновлення і зміцнення даним способом модифікування планується для робочих тонкостінних органів ґрунтообробних машин. Для відновлювального наплавлення використовували електрод Т-620, який стандартно застосовують на підприємствах. Хімічний склад електрода наступний,%: 3,0 C, 2,2 Si, 1,2 Mn, 22,5 Cr, 0,7 Ti, 0,8 B, 0,03 S. Такий матеріал електрода забезпечує підвищення зносостійкості відновленого шару, але характеризується великим тепловкладенням і при відновлювальному наплавленні на тонкостінні деталі сприяє її проплавленню і пошкоджуваності при нанесенні покриттів. Це знижує якість і експлуатаційні показники, що вимагає зниження температури рідкої ванни.

Для реалізації мети роботи на електрод наносили тонке покриття бентонітової глини. Оцінку хімічного складу такої глини виконані рентгеноспектральним аналізом на енергодисперсійному спектрометрі "Спрут" СЕФ 01 М. За результатами аналізу виявлено такі компоненти,%: 1,65 Fe, 0,25

K, 0,15 Ca, 0,06 S, 0,2 Mg, 54,88 Si, 32,42 Al, 0,3 Na. Глину для модифікування використовували у вигляді подрібненої домішки. Її змішували з клеєм ПВА на водній основі і наносили тонким рівномірним шаром на поверхню електрода. Електрод просушували при кімнатній температурі протягом 48год, а далі в печі при t=240°C 1,5 год. Частка модифікатора, що наноситься, по відношенню до електрода становила 6-8%, тобто,%: 0,099-0,132 Fe, 0,015-0,02 K, 0,009-0,012 Ca, 0,0036-0,0048 S, 0,012-0,016 Mg , 3,29-4,39 Si, 1,94-2,59 Al, 0,018-0,024 Na. Виходячи з цього, можливо очікувати помітне збільшення концентрації кремнію і алюмінію. Нанесення покриття наплавленням проводили на стрілчасту лапу культиватора зі сталі 65Г, згідно розробленої схеми [2].

Встановлено, що додаткове модифікування глиною при нанесенні покриття практично не змінює вміст вуглецю, згідно долі карбідів, які відповідають Me_7C_3 а також Me_3C у всіх порівняльних зонах (верх покриття, середина і перехідна зона). Що стосується концентрації компонентів, які вносить електрод (Cr, Mn, Ti, C), то вони розподіляються досить рівномірно як при традиційному нанесенні покриття, так і з модифікуванням. Так, в карбідах Me_7C_3 і Me_3C, які визначають рівень твердості і зносостійкості, локальна мінливість цих компонентів у верхній і середній зонах покриття практично не змінюється. Різниця лише полягає в тому, що електронні мікроструктури і локальний рентгеноспектральний аналіз виявили в карбідних фазах включення окремих дисперсних сполук типу Al_2O_3 і рідше SiO_2. Можна припустити, що такі включення є центрами кристалізації. Компоненти Al і Si не розчиняються в карбідних фазах. Разом з тим, в ряді випадків спостерігали, що з'єднання SiO_2 розпадалося і при цьому виявляли тільки Si. Спостережуване може бути пов'язано з більш низькою температурою плавлення деяких типів з'єднань SiO_2, які не перевищують 1400°C.

Якщо порівняти дані за рівнем мікротвердості по глубині покриття, то для початкового варіанту вона, в середньому, становила HV-50-776, а - модифікованого глиною - HV-50-960, тобто підвищення зміцнення покриття досягає 23%. На поверхні і в середині покриття відзначається підвищення мікротвердості в більшій мірі, а до основи металу лапи - її деякий спад.

Досліджено відновлювальне наплавлення для культиваторних лап з нанесенням покриттів електродом Т-620 і використанням додаткового модифікування бентонітовою глиною у вигляді обмазки електрода. Показано, що дане поєднання матеріалів основи і зміцнюючого відновлюваного покриття дозволяє знизити тепловкладення, зменшити ступінь проплавлення лапи і якість робочої поверхні (забезпечити подрібнення грубих карбідів), підвищити твердість і зносостійкість в 2 рази в порівнянні з вихідним матеріалом виробу і в 1,3 рази - з наплавленням без додаткового модифікування.

Список використаних джерел

1. Применение модифицирующей присадки - глины при восстановительной наплавке деталей / Т.С. Скобло, И.Н. Рыбалко, А.И. Сидашенко, А.В. Тихонов // Сварочное производство – Москва, 2020. - №7 – С.

41-49.

2. Патент України №130824 МПК (2018.01) A01B 23/00, A01B 35/00 Спосіб підвищення зносостійкості стрілчастої лапи культиватора / Скобло Т.С., Сідашенко О.І., Рибалко І.М., Тіхонов О.В., Олейник О.К.; заявник та патентоутримувач Т.С. Скобло. - u 2018 06896. заявл. 19.06.2018; опубл. 26.12.2018, Бюл. № 24.

УДК: 621.81.004:621:631.3

ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ДЕТАЛЕЙ ЗА ВІДНОВЛЕННЯ МОДИФІКУЮЧИМ НАПЛАВЛЕННЯМ

Т. С. СКОБЛО, доктор технічних наук, професор
Л. В. ОМЕЛЬЧЕНКО, асистент
Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка,
E-mail: kafedraTSRP@i.ua

При модифікуванні особливо важливо, щоб домішки, які вводяться при наплавленні, рівномірно розподілялися по перетину відновленого шару і не осідали повністю на границі з основним металом. Тому частка модифікуючої домішки повинна бути оптимальною і забезпечуватися її надходження в рідку ванну дозовано. Особливо це важливо при модифікуванні нерозчинними домішками, наприклад, такими, які містять нано- та дисперсні алмази, температура плавлення яких досягає 4000°С.

Наукові школи Харківського національного технічного університету сільського господарства низкою проведених досліджень показали, що по-різному поводяться вуглецевмісні домішки, як за своїм походженням (детонаційний і деформаційний способи отримання, природна домішка - шунгіт), так і з урахуванням форми, розміру і типу відновлюваної деталі і її матеріалу (марка сталі та чавуну, сплаву).

У раніше опублікованих роботах порівняно розглядали вплив всіх цих факторів на властивості і експлуатаційну стійкість модифікованих покриттів.

Ефективний вплив домішок характерно для всіх розглянутих типів. Однак, з огляду на значні витрати на їх придбання, зупинилися на використанні детонаційної шихти від утилізації боєприпасів, які після отримання піддавали спеціальним обробкам для поділу за трьома фракціями на дрібну: магнітну і не магнітну, а також велику (містить магнітну і не магнітну складові).

У дослідженнях використовували в якості модифікує домішки немагнітну складову, тобто таку в якій частка оксидів заліза була мінімальною. Магнітна складова відрізнялась часткою оксидів заліза, з'єднаними з міддю, алмазами (частково нано- та в основному дисперсними).

Метою даних досліджень була розробка методу модифікування відновлюваного шару наплавленням на плоскі і круглі деталі товщиною не менше 10 мм з використанням магнітної частки детонаційної складової шихти для підвищення якості робочого шару.

Для вирішення поставленого завдання виконали аналіз відомих методів модифікування різних покриттів і оцінили їх споживчі властивості і особливості впливу на якісні показники відновленого шару. Виконали дослідження з пошуку оптимальних параметрів введення такої домішки. Оцінили досягнуту якість покриття з використанням сучасних методів структуроутворення і розподілу компонентів, їх вплив на ступінь однорідності властивостей.

Випробувано в якості модифікуючої домішки дрібна суміш магнітної складової детонаційної шихти від утилізації боєприпасів [1].

Хімічним аналізом встановлено, що така магнітна складова шихти містить 2,87- 4,5% С (нано- та дисперсні алмази), оксиди міді до 6,10% і решта оксиди заліза різних типів, температура плавлення яких відрізняється допустимим інтервалом для даного технологічного процесу. Тому при оплавленні шлікерного покриття порошкової композиції для модифікування таким способом використовували лише частину домішки, так як вона в іншому випадку не встигала засвоюватися рівномірно по всьому відновленому шару. В цьому випадку вона більшою мірою осідала на дно рідкої ванни, і модифікувала лише перехідну зону. Спостережуване можливо пояснити тим, що період розплавлення всієї домішки був більш тривалим і нано- та дисперсні звільнялися від оксидів заліза тільки в період їх досягнення перехідної зони.

Тому, для отримання рівномірного розподілу модифікуючої домішки при нанесенні покриття, використовували одночасно два методи її введення: шлікерним покриттям з часткою до 5-10% і подальшим його плавлення електродом з обмазкою детонаційною шихтою. При цьому сумарна частка домішки не повинна перевищувати 15-18% від металу відновлюваного покриття. Ступінь однорідності властивостей оцінювали за коефіцієнтом К анізотропії коерцитивної сили (відношення показників поздовжніх вимірювань до поперечних).

Показано, що структура металу в цьому випадку є досить однорідною і коефіцієнт К змінюється в межах К=0,93-1,05. Середні відхилення не перевищують 5-7%.

Виявлено, що домішка рівномірно не засвоюється при її введенні тільки у вигляді шлікерного покриття. Оксиди не встигають відновлюватися і швидко звільняти алмазну складову. Нано- та дисперсні алмази зберігаються в середині кисневих з’єднань.

При введення домішки двома методами одночасно забезпечили формування хвилястої структури в зоні сплавлення покриття з основним металом і рівномірний розподіл нерозчинної домішки алмазів.

Такий спосіб введення домішки змінює і структуру навколо включень. Це відбувається тому, що в процесі кристалізації є мікроохолоджувачі.

Виконано порівняльне дослідження при відновлювальному наплавленні електродом без модифікуючої домішки і з нею. Встановлено, що при не оптимальній технології модифікування частка кисню в покритті досягає 0,32-1,04%, що підтверджує низьку засвоюваність домішки. У разі запропонованої технології введення модифікатора кисень відсутній, в тому числі і навколо включень. Його не виявили і в покритті без модифікуючої домішки. Що стосується впливу інших компонентів, то вони істотних відхилень не вносять.

Крім того, перевагою комбінованого методу зміцнення модифікуванням магнітною складовою детонаційної шихти є і кристалізація покриття в області перехідної зони з рівномірним розміром зерна - 35 ÷ 40 мкм і зменшеною довжиною зони термічного впливу до 185 мкм. У вихідному покритті розмір зерна в покритті досягає 50 мкм, а зона термічного впливу - 1000 мкм, що на 25-30% і в 5,4 рази відповідно більше, ніж при введенні домішки. Технологія без модифікування супроводжується і формуванням грубої дендритної структури.

Список використаних джерел

1. Патент України №121869. МПК B23/324 (2014.01) C04B41/87 (2006.01) Комбінований спосіб модифікування для підвищення якості відновлення виробів. / Т.С. Скобло, О.І. Сідашенко, О.І. Тришевський, С.П. Романюк, Л.В. Омельченко, В.М. Власовець, О.Д. Мартиненко; заявник та патентоутримувач Т.С. Скобло. - u201702218. заявл. 09.03.2017.; опубл. 26.12.2017., Бюл. № 24.

УДК 620.1.631.372

APPLICATION OF NANOMATERIALS IN TECHNICAL SERVICES

V. LATOSHA, undergraduate student*
Dmytro Motornyi Tavria state agrotechnological university
E-mail: nataliia.boltianska@tsatu.edu.ua

The purpose of nanotechnology is to create nanosystems, nanomaterials, nanodevices that can have a revolutionary effect on the development of civilization. Nanotechnology promises great potential for application in the development of new materials, biotechnology, microelectronics, energy and armaments. Collapsible vehicle service is a further development of research in this area and is mainly based on the provisions of nanoscience. Disassembled service means a set of technical and technological measures aimed at carrying out operations of maintenance and repair of components and mechanisms without disassembly and assembly operations using advanced developments in the chemical industry [1-3].

The result of many years of research by scientists is the fact that friction is now

* Supervisor – candidate of technical sciences, associate professor Boltianska N.I.

presented not only as a destructive phenomenon of nature, but also as a creative process capable of self-organization. This allowed to develop new, previously unknown methods of technical service of machines, in particular the disassembled restoration of units and components in the process of their continuous operation. In the future, research in this area has been further developed, there is and is successfully developing an independent scientific and technical direction - disassembled technical service of machines and mechanisms. Disassembled service may include operations of running-in, diagnostics, prevention, chemical tuning, cleaning and restoration of both individual friction joints and units, as well as machines and mechanisms in general [4,5]. Given the lack of funds in the majority of the population, a certain shortage of available quality fuels and lubricants maintenance in working order is possible through the use of special maintenance and maintenance technology and disassembled service technologies, in particular based on nanoparticles and nanotechnologies.

Known autochemicals for disassembled service of tractor equipment can be attributed to nanotechnological developments by three main criteria:

• use of nanosized particles in their composition (ultrafine diamonds, metal powders, polytetrafluoroethylene (PTFE), modified graphite, etc.);

• use of components obtained (produced) using nanotechnologies, such as sol-gel technologies (conditioners);

• formation on the friction surfaces due to the interaction with the active components of these drugs protective nanosized (nanostructured) coatings and structures (ionic metal-cladding additives, conditioners, geomodifiers).

Undoubtedly, all the above properties to some extent are inherent in almost all repair and restoration of autochemistry, used for disassembled service (restoration) of vehicles. In some cases, they are crucial in order to be attributed to nanotechnology drugs, and in others, can be attributed to ancillary (additional) effects. For example, in all drugs, along with macroparticles can be nanosized particles. It should also be noted that almost all issues of tribology are related to the study of processes occurring in the surface layer (interfacial boundary) of the contacting parts.

The simplest nanomaterials of autochemicals or car cosmetics can be fragments of substances crushed to the nanoscale state or obtained by some other physical or chemical method, having at least one dimension of a length of not more than 100 nm and exhibiting qualitatively new properties (physicochemical, functional, operational, etc.). These can be spherical (multifaceted) particles, nanofibers (eg, PTFE), montmorillonite plates or serpentine needles.

In reality, the range of analyzed objects is much wider - from atoms and molecules to their clusters and polymeric organic molecules containing more than 100 atoms and having a size of even more than 1 μm in one or two dimensions. It is fundamentally important that they consist of a small number of atoms, and, consequently, they already largely show the discrete atomic-molecular structure of matter, quantum effects, and the energy of the developed surface of nanostructures.

In accordance with the above, currently the nanotechnological preparations of autochemistry for use as additives and additives to lubricants of tractor equipment

should include the following developments:

Preparations on the basis of nanodiamonds (Lubrifilm Di-amond Run In, Fenon Nanodiamond Green Run, etc.). Nanodiamonds that are part of the additives (diameter 4-6 nm) and cluster carbon structure the oil film, increase its dynamic strength, act on the crystal lattice of the metal surface, strengthening it, forming new friction surfaces, reducing ultimate friction and wear (especially at high loads and shortages of lubricating material). As a result, running-in time is reduced and the quality of friction joints is optimized, engine performance is improved, fuel and oil are saved, and the amount of harmful emissions is reduced and engine start-up is facilitated.

Metal conditioners (Energy release, SMT2, etc.). As a result of tribochemical reactions (formation, decomposition and reduction in the friction zone of metal compounds with active product molecules), these conditioners form a protective boundary layer (20–40 nm). The protective layer acquires plastic and elastic properties, antifriction qualities and at the same time resistance to high loads.

Reconditioners (Old Chap, Tensai). The drugs are created using sol-gel technology. Along with the formation on the friction surfaces of the protective layers further enhance the bearing capacity (strength) of the lubrication film. Polymolecular system of the drug, which includes nanoscale complexes (clusters) of organic substances, structures the boundary oil film and increases the adhesion of oil to metal.

Reducing additives or remetallizants (Return Metal, Renom Engine NanoGuard, etc.) contain oil-soluble or powdered organometallic compounds. Implement the tribochemical ("ionic") mechanism of metal plating of friction surfaces due to the formation (recovery) on the friction surface of the metal container, nanostructured protective film. Additives contribute to the "treatment" of nano- and microdefects of friction surfaces and the restoration of their efficiency.

Geomodifiers (Fenom nanotechnology, RVS, etc.). Autochemical preparations based on minerals of natural and artificial origin (nano- and micro-levels) are called "geomodifiers", "geoactivators", "repair and restoration compounds" (RVS technology) or "revitalizants". Getting on the friction surface together with the lubricant or in the composition of the plastic lubricant, initiate the process of formation on the rubbing surfaces of metal-ceramic nanoscale structure with high wear resistance and low coefficient of friction.

The use of repair and restoration drugs for disassembled service is determined by the technical condition of the vehicle. The need for a particular effect or drug is assessed on the basis of the results of technical diagnostics. According to the results of the diagnosis, either prophylactic drugs with a "milder" effect or drugs that provide a more intense effect on the joints and units of the rubbing car are prescribed. The considered nanopreparations allow: to considerably increase wear resistance of details; reduce the duration and improve the quality of friction surfaces; effectively increase abrasion resistance and reduce pitting of contact surfaces in heavily loaded friction pairs; reduce the temperature of operating units, noise and vibration.

Developments are most effective in the conditions of extreme friction, at high

loadings and sliding speeds, the raised friction temperature and insufficient greasing characteristic of the worn out friction connections of equipment with big service life, on operating modes and at overloads. The formation of stable protective metal films is a rather long (gradual) process, so during the tests, as well as during the regular operation of the equipment, there may be no sharp (sudden) improvement in performance, but be sure to note their positive dynamics, which improves reliability and resource of units and units of equipment.

Reference

1. Zabolotko O. Nanotechnology – a perspective for agriculture. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі. 2020. С. 45-48. [Електронний ресурс]. URL: http://www.tsatu.edu.ua/tstt/wp-content/uploads/sites/6/materialy-2-mnpk-tehnichne-zabezpechennja-innovacijnyh-tehnolohij-v-ahropromyslovomu-kompleksi-m.-melitopol-02-27.11.2020.pdf

2. Sklar R., Podashevskaya H. Directions of automation of technological processes in the agricultural complex of Ukraine. Минск: БГАТУ, 2020. С. 519-522.

3. Заболоцкий А.В. Ключові проблеми розвитку нанотехнологій в Україні. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: 2020. С. 72-74. [Електронний ресурс]. URL: http://www.tsatu.edu.ua/tstt/wp-content/uploads/sites/6/materialy-2-mnpk-tehnichne-zabezpechennja-innovacijnyh-tehnolohij-v-ahropromyslovomu-kompleksi-m.-melitopol-02-27.11.2020.pdf

4. Manita I. Application of nanotechnology in technological processes of animal husbandry in Ukraine. Інженерія природокористування. Харків: ХНУСГ, 2020. №2(16). С. 33 – 37.

5. Podashevskaya H. Areas of application of nanotechnologies in animal husbandry. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі. 2020. С. 357-361. [Електронний ресурс]. URL: http://www.tsatu.edu.ua/tstt/wp-content/uploads/sites/6/materialy-2-mnpk-tehnichne-zabezpechennja-innovacijnyh-tehnolohij-v-ahropromyslovomu-kompleksi-m.-melitopol-02-27.11.2020.pdf

УДК 621.74.046

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ ПОВЕРХНЕВИХ ШАРІВ БІМЕТАЛЕВИХ ВИЛИВКІВ

Г. М. ПОХИЛЕНКО, старший викладач
Національнийуніверситетбіоресурсів і природокористуванняУкраїни
E-mail: pokhilenko@nubip.edu.ua

В умовах постійно зростаючих вимог до службових характеристик деталей і вузлів машин, механізмів і обладнання, які працюють під впливом значних динамічних навантажень при активних видах зношування, застосування біметалевих виливків є значним резервом в питаннях раціонального і економного використання металу, підвищення надійності і довговічності виробів при подрібненні та інших видах підготовки мінеральної сировини, підвищення 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 відливків 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 відливків,

обумовлюють необхідність визначення оптимальних хімічних складів і структур сплавів робочого шару, 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. Основні вимоги до структури та складу білих зносостійких чавунів в залежності від умов експлуатації деталей наведені на рис. 1.

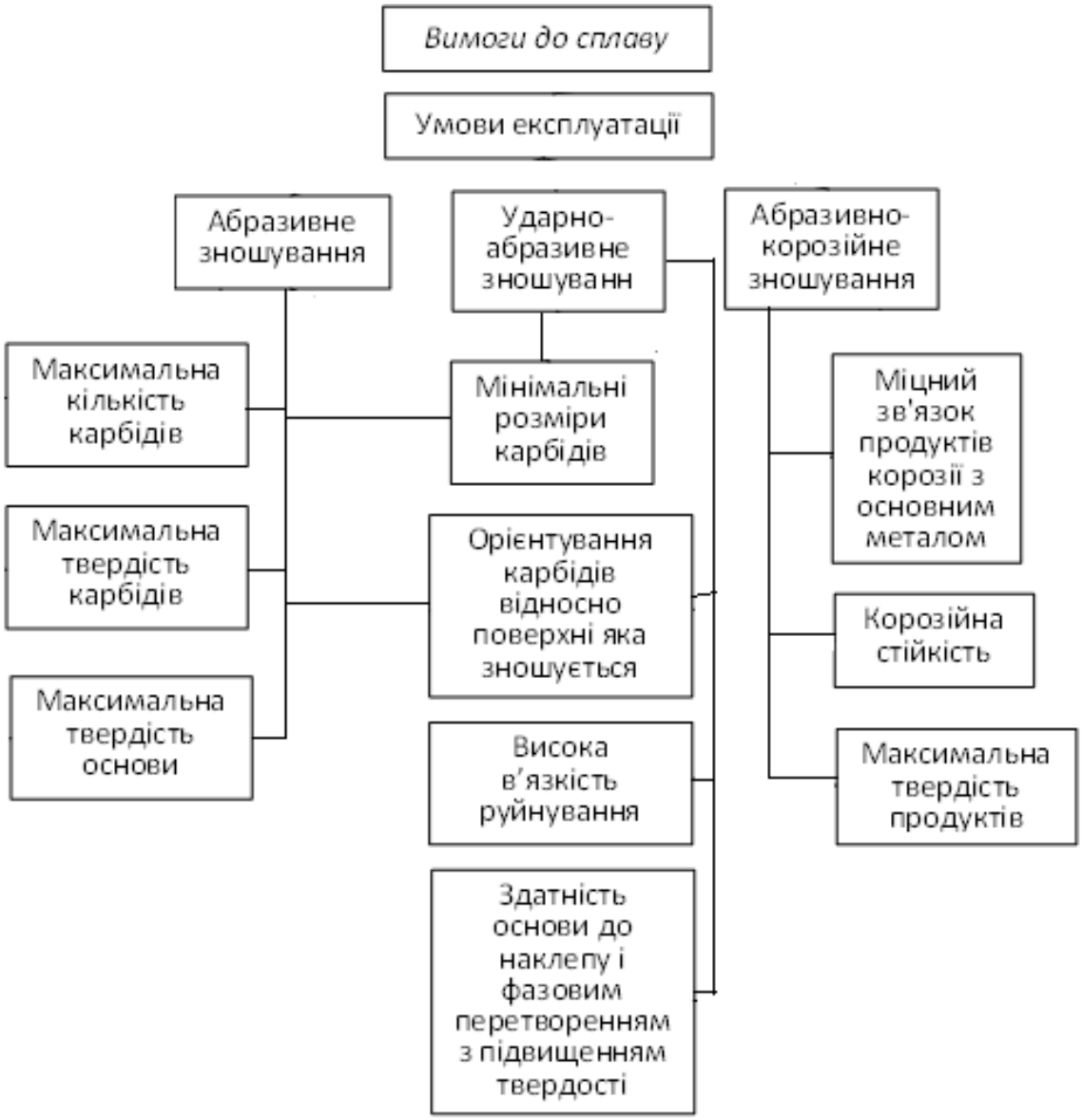


Рис.1. Вимоги до структури білих зносостійких чавунів

УДК 614.82

ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ МОН ЩОДО СПЕЦІАЛЬНОСТІ "ОХОРОНА ПРАЦІ"

Т. О. ЗУБОК, кандидат с.г. наук, доцент,
Л. Е. ПІСКУНОВА, кандидат с.г. наук, доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: tanyzubok@gmail.com, piskunova2712@ukr.net

Міністерство освіти і науки України пропонує для громадського обговорення проект https://mon.gov.ua/storage/app/media/rizne/2021/19.01/pkmudeyakipitannyagarmonizatsii.docx) постанови Кабінету Міністрів України «Деякі питання гармонізації переліку галузей знань і спеціальностей з Міжнародною стандартною класифікацією освіти».

Мета – гармонізація переліку галузей знань та спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої та фахової передвищої освіти в Україні, згідно з Міжнародною стандартною класифікацією освіти (ISCED-F 2013) (http://dx.doi.org/10.15220/978-92-9189-179-5-en).

Є можливість спеціальність"Охорона праці" зареєструвати самостійною спеціальністю! Але тут виникає інше питання: цього року планують скасувати Закон України "Про охорону праці", натомість ввести в дію гармонізований з європейським законодавством закон, що має робочу назву: "Про безпеку і здоров'я на роботі". Відповідно назва "охорона праці" зникає з термінології. Постає питання, чи потрібно вносити до МОН пропозиції, якщо нас готові підтримати і громадські фахові організації, Європейське співтовариство з охорони праці ESOSH та інші.

У нас, викладачів дисципліни «Безпека праці та життєдіяльності»(, а уже в назві дисципліни прослідковуються питання і охорони праці і безпека і здоров'я людини в різних аспектах її існування) виникає багато питань, одне з яких – наскільки потрібна така зміна назва законів. Чи зміниться щось кардинально у викладанні дисципліни. Адже метою вивчення дисципліни є надання знань, умінь, компетенцій для здійснення ефективної професійної діяльності шляхом забезпечення оптимального управління охороною праці на підприємствах (об'єктах господарської, економічної та науково-освітньої діяльності), формування у студентів відповідальності за особисту та колективну безпеку і усвідомлення необхідності обов'язкового виконання в повному обсязі всіх заходів гарантування безпеки праці на робочих місцях, ефективно вирішувати завдання професійної діяльності з обов'язковим урахуванням вимог охорони праці та гарантуванням збереження життя, здоров'я та працездатності працівників у різних сферах професійної діяльності.

На нашу думку, потрібно спочатку задуматись не про зміну назву закону, а про відношення до викладання дисципліни «Охорона праці» у ВНЗ

УДК 614.82

АЛГОРИТМ ПРОВЕДЕННЯ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНОЇ ЕКСПЕРТИЗИ НА ПІДПРИЄМСТВІ

Т. О. ЗУБОК, кандидат с.г. наук, доцент,
Л. Е. ПІСКУНОВА, кандидат с.г. наук, доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: tanyzubok@gmail.com, piskunova2712@ukr.net

До робіт підвищеної небезпеки та тих, що потребують професійного добору, працівники повинні мати висновок психофізіологічної експертизи(ПФЕ). На це вказує стаття 5 про Перелік робіт, де є потреба у професійному доборі, затверджений наказом МОЗ та Держнаглядохоронпраці від 23.09.1994 №263/121.

Натомість перелік робіт підвищеної небезпеки, який потребує наявності висновку такої експертизи, нині відсутній. Не встановлена й періодичність психофізіологічної експертизи. Чи потрібно керуватись роботодавцям і як, саме, проводиться ПФЕ.

Відповідно до роз'яснення Держгірпромнагляду від 19.06.2014 (документ n0002811-14) за відсутності переліку робіт підвищеної небезпеки, який потребує наявності висновку ПФЕ, потрібно керуватися статтею 13Закону про охорону праці. Ця стаття саме на роботодавця покладає обов'язок створити на робочому місці здорові та безпечні умови праці, зокрема завдяки функціонуванню системи управління охороною праці (СУОП).

От же, на виконання вимог статті 5 Закону про охорону праці роботодавець має право самостійно, з урахуванням специфіки своєї діяльності, як елемент СУОП, визначати перелік робіт підвищеної небезпеки, відповідно до якого його працівники проходитимуть ПФЕ. А з огляду на те, що основні психофізіологічні показники МОЗ розробило тільки для робіт, де є потреба у професійному доборі, то роботодавці можуть керуватися Переліком № 263.

Зв'язок психофізіологічної експертизи з медичним оглядом простежується у Порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій, затвердженому наказом МОЗ від 21.05.2007 № 246 (*далі*— Порядок №246). Так, пункт 2.13 Порядку № 246 вказує: працівники, зайняті на роботах, що потребують професійного добору, повинні надати комісії, яка проводить медичний огляд, висновок ПФЕ. Тобто на час проведення медичного огляду працівник повинен мати такий висновок, адже без нього його не допустять до медогляду.

Пси хофізіологічний добір та експертизу в Україні проводять понад 90 спеціалізованих підрозділів системи психофізіологічної експертизи. Окрім того, вони встановлюють строк дії висновку ПФЕ. Проект Порядку організації та проведення психофізіологічної експертизи працівників для виконання робіт підвищеної небезпеки та тих, що потребують професійного добору,

підготовлений ще у2008 році, передбачав проведення такої експертизи раз на три роки. Однак цей порядок так і не затвердили.

На нашу думку, періодичність ПФЕ більш доцільно визначати за аналогією проведенням обов'язкових попередніх та періодичних психіатричних оглядів, які також поширюються на роботи підвищеної небезпеки. Для працівників, які виконують такі роботи, періодичність оглядів — раз на п'ять років. Підстава — Інструкція про проведення обов'язкових попередніх та періодичних психіатричних оглядів, затверджена наказом МОЗ від 17.01.2002 № 12. Пункт 13 цієї Інструкції передбачає:

Термін дії медичної довідки про проходження обов'язкових попереднього та періодичного психіатричних оглядів установлюють відповідно до періодичності психіатричних оглядів, що визначені в Переліку медичних психіатричних протипоказань щодо виконання окремих видів діяльності (робіт, професій, служби), що можуть становити безпосередню небезпеку для особи, яка провадить цю діяльність, або оточуючих, затвердженому постановою КМУ від 27.09.2000 № 1465.

Обов'язково, у висновку психофізіологічної експертизи має бути строк дії експертизи.

Під час прийняття на роботу, в разі переведення на іншу важку роботу, роботу із шкідливими чи небезпечними умовами праці роботодавець повинен видати направлення на обов'язковий попередній медичний огляд працівника.

Роботодавець зобов'язаний за власні кошти забезпечити фінансування та організувати попередній і періодичні медичні огляди працівників, зайнятих на важких роботах, роботах із шкідливими чи небезпечними умовами праці або таких, де є потреба у професійному доборі. Про це йдеться у статті 17 Закону про охорону праці та пункті 2.5 Порядку №246.

Якщо працівник сам оплатив медичний огляд, то видане роботодавцем Направлення та документ, що підтверджує оплату послуг за медичний огляд, є документами, на підставі яких працівник має право вимагати компенсацію його витрат. Якщо роботодавець відмовляється компенсувати витрати, працівник може звернутися до суду.

УДК 622.248.5

УЩІЛЬНЮЮЧЕ ПЛАСТИЧНЕ МАСТИЛО ДЛЯ ЗАХИСТУ РІЗЬБОВИХ ЗЄДНАНЬ НАСОСНО-КОМПРЕСОРНИХ ТРУБ

Т. С. СКОБЛО, доктор технічних наук, професор
І. М. РИБАЛКО, кандидат технічних наук
О. В. ТІХОНОВ, кандидат технічних наук, доцент
Б. С. ПРАВДЮК, студент
Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка,
E-mail: kafedraTSRP@i.ua

Основне призначення мастил - спрямовано на зменшення зносу сполучень поверхонь тертя для продовження терміну служби спряжень в машинах і механізмах. Поряд з цим мастила виконують і інші функції. В окремих випадках вони не стільки зменшують знос, скільки упорядковують його, запобігаючи створенню задирів, заїдань і заклинюванню поверхонь тертя. Мастила перешкоджають проникненню до поверхонь тертя агресивних рідин, газів і парів, а також абразивних частинок.

Для герметизації зазорів в механізмах і устаткуванні, а також з'єднаннях трубопроводів і запірної арматури застосовують ущільнювальні (пластичні) мастила. Вони мають кращі герметизуючі властивості, ніж різні марки більш рідкого масла.

Для захисту різьбових з'єднань виробники обладнання рекомендують використовувати спеціальні мастильні матеріали [1].

Мастило для різьбових з'єднань повинно відповідати наступним вимогам:

- забезпечувати надійний захист від корозії;
- забезпечувати неруйнівне розбирання обладнання навіть після тривалого використання при високих температурах.

Обробка різьбових з'єднань при складанні звичайними мастильними матеріалами забезпечує тільки короткочасний захисний ефект. В період часу мастило при експлуатації втрачає свої захисні властивості, твердіє і ускладнює відгвинчування спряження. Цей фактор є основною причиною зриву різьбового з'єднання, обламування шпильок і болтів, що призводить до простою обладнання і великокоштовного ремонту.

Спеціальні мастила є нафтові олії, загущені милами, графітом та іншими згущувачами, які забезпечують ефективну експлуатацію закритих важконавантажених механізмів, а також запобіганню виробів від корозії.

Твердофазні модифікуючи домішки, які не розчиняються в оліях, підвищують експлуатаційні властивості, а також ефективні для стабілізації роботи різьбових сполучень в умовах деформації і втомного навантаження при кріпленні похило-спрямованої свердловини.

Відомо спосіб застосування композиційного модифікатора з домішками

ультрадисперсного порошку наноалмазів в мастило. Алмазовуглецеві порошки для модифікування найчастіше отримують детонаційним синтезом, потім їх просушують, додають до олив, разом фільтрують і подрібнюють суміш для зменшення розміру твердих зерен і досягнення подальшого однорідного їх розподілу при наплавленні. Для забезпечення сідіментаціонного найбільш рівномірного розподілу надтвердих зерен, підвищення протизадирних властивостей використовують додаткове введення поверхнево-активних речовин (ПАР).

Така композиція модифікуючої домішки має недостатню однорідність розподілу, що призводить до значних пошкоджень поверхні тертя з формуванням великої кількості задирів.

Також відомо спосіб використання модифікуючої домішки наноалмазів додаванням в масло. При цьому використовують наноалмази, отримані детонаційним методом з наступним очищенням від вуглецю випалюванням шихти.

Використання такої технології (виключення графіту), вже на першому етапі експлуатації призводить до суттєвого пошкодження поверхні тертя і створення задирів. Крім того, вартість такої шихти в 4 рази більше, ніж алмазовуглецевої.

Найбільш близькою до одержання ущільнюючого пластичного мастила виявлена така домішка, яка містить каніфоль (11,0-14,0%), деревинні гранули, відходи (17,0-20,0%), шкіряний пил, відходи (7,0-9, 0%), графіт (5,5-7,0%), мідну пудру (3,0-6,0%) і решта - мінеральне масло (до 100%).

Таке пластичне мастило забезпечує герметичність при згвинчуванні з'єднань колон, проте довговічність цього складу протягом життєвого циклу його використання в повній мірі не може забезпечити потреби стабільної роботи (антифрикційні і протизадирні властивості, руйнування різьби) тому, що деревинні гранули та шкіряний пил не є постійними відходами виробництва за складом, а додаткове введення графіту для забезпечення його ефекту при такому мастилі досягається тільки тоді, коли в маслах та введених в нього компонентах є значна частка кисню, здатна формувати вторинні захисні структури.

Рішення проблеми забезпечили додатковим введенням в ущільнювальне пластичне мастило: відпрацьоване дизельне паливо + 10-20% домішки детонаційної немагнітної фракції шихти від утилізації боєприпасів, що складається з наноалмазів (3,37-3,43% C), інших компонентів S , Ca, Mg, K, Na, Fe, O (сумарно до 10%) і 3,14% Cu.

Для утилізації використовували патрони, термін зберігання яких закінчився, відповідно до чинної нормативної документації. Патрони утилізували шляхом спалювання при нагріванні до температури самовільної їх детонації з доступом кисню. Далі, шихта при такому способі утилізації була розподілена на першому етапі на дві фракції: дрібна і велика.

Проведеними експериментами було встановлено, що отриману методом детонації дрібну шихту можна легко розділити за компонентами при наступних

обробках: магнітну (відділяється фракція, яка містить максимальну частку оксидів заліза) та немагнітну - просіванням через сито (відділяється нано- та мікродисперсна вуглецьвмістна фракція і частково окисли міді і заліза) і грубіша сфероідизуюча фракція, яка містить мідь, вуглець і залізо, що може бути використано для легування сплаву при його відновленні покриттям.

Для застосування порошкову композицію просіювали через сито з комірками до 10-20мкм, а потім вводили в мастило і рівномірно розподіляли у домішках. Частка порошкової суміші по відношенню до мастила повинна бути оптимальною.

При використанні детонаційної порошкової суміші з розміром включень менш 10мкм зносостійкість зростає несуттєво. Підвищення відзначається тільки в перший період випробувань і це пов'язано з тим, що наноалмази формують на поверхні тертя не глибокий рельєф, в якому відкладається незначна кількість домішок і мастила, вони швидко переходять до контакту поверхонь тертя і завершують свій вплив на зменшення зносу.

Найбільш ефективно впливає домішками порошку різних фракцій, яка має розмір 10-20мкм. Вона сприяє формуванню подряпин, які є «кишенями» для накопичення компонентів модифікатора та мастила, які працюють при зношенні попередньо сформованих вторинних захисних структур та формують – нові.

Список використаних джерел

1. Скобло Т.С. Напряжения и деградация структуры, формируемые в насосно-компрессорных трубах при эксплуатации. Монография. / Т.С. Скобло, А.И. Сидашенко, И.Н. Рыбалко. Под ред. проф. Т.С. Скобло – Харьков: ООО «ПромАрт», 2018. – 153с.

УДК 614.8:631.3

ЕРГОНОМІЧНІ ВИМОГИ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОЧИХ МІСЦЬ НА ПІДПРИЄМСТВІ

Є. І. МАРЧИШИНА, доцент, канд. с.г. наук
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: marchyshyev@gmail.com

Робоче місце має бути пристосоване для конкретного виду роботи і для працівників певної кваліфікації з урахуванням їх фізичних та психологічних можливостей. Під час проектування робочого місця необхідно виходити з конкретного аналізу трудового процесу людини на даному обладнанні і враховувати антропометричні дані, фізіологічні та психологічні характеристики трудового процесу, санітарно-гігієнічні умови праці. Просторова організація робочого місця включає: облік антропометричних даних, вибір раціонального

розташування робочих зон, робочих поверхонь, фізіологічно раціональну робочу позу тощо.

Під час конструювання робочих місць повинні бути дотримані наступні основні умови: - достатній робочий простір для працівника, що дозволяє здійснювати всі необхідні рухи і переміщення під час експлуатації і технічного обслуговування обладнання; - достатні фізичні, зорові та слухові зв'язки між працівником і устаткуванням, а також між людьми у процесі виконання загального виробничого завдання; - оптимальне розміщення робочих місць у виробничих приміщеннях, а також безпечні і достатні проходи для працівників; - необхідне природне і штучне освітлення для виконання зорових робіт, технічного обслуговування; - допустимий рівень акустичного шуму і вібрації, що створюються устаткуванням робочого місця або іншими джерелами шуму і вібрації; - необхідні засоби захисту працівників від дії небезпечних і шкідливих виробничих чинників (фізичних, хімічних, біологічних і психофізіологічних).

При конструюванні і розміщенні робочих місць слід передбачати заходи, що попереджають або знижують передчасне стомлення працівника, які запобігають виникненню у нього психофізіологічного стресу, помилкових дій. Конструкція робочого місця повинна забезпечувати швидкість, безпеку, простоту технічного обслуговування в нормальних і аварійних умовах; повністю відповідати функціональним вимогам і умовам експлуатації.

Під час організації робочого місця необхідно брати до уваги: - робочу позу (робота «сидячи», «стоячи», «сидячи - стоячи»); - конфігурацію і спосіб розміщення панелей індикаторів і органів управління; - потребу в огляді робочого місця (пульта); - необхідність використання робочої поверхні для записів; - простір для ніг і стоп при роботі «сидячи». При конструюванні необхідно забезпечувати зони оптимальної та легкої досяжності моторного поля робочого місця. Моторне поле - простір робочого місця з розміщеними органами управління та іншими технічними засобами, в якому здійснюються рухові дії людини щодо виконання робочого завдання. При конструюванні необхідно також забезпечувати оптимальну зону інформаційного поля робочого місця. Оптимальна зона - частина інформаційного поля робочого місця, забезпечує найкраще сприйняття інформації.

При проектуванні обладнання необхідно передбачати раціональне положення тіла («стоячи», «сидячи»), яке повинно бути зручним і вільним. Вибір робочого положення зазвичай визначається величиною зусиль, які витрачає людина при виконанні тієї чи іншої операції, розмахом рухів, необхідністю переходити з місця на місце або можливістю зосередити свою роботу на одному місці, точністю і темпом виконання трудових операцій. У кожному з положень можна розрізняти незліченну кількість поз.

Робоча поза «стоячи» природніша для людини, ніж положення «сидячи». Однак тривале підтримання положення «стоячи» більше втомлює, ніж поза «сидячи», так як потрібна значна робота м'язів з балансування і утримання рівноваги тіла, підвищується витрата енергії на підтримку даної позиції. Нормальною робочою позою у положенні «стоячи» можна вважати позу, при

якій людині не потрібно нахилятися вперед більше, ніж на 15 °. Нахили назад і в сторони є небажаними. Слід уникати тривало фіксованих робочих поз при роботі «стоячи». Положення «сидячи» має ряд переваг порівняно з положенням «стоячи». Зменшуються статичні навантаження для підтримки ваги тіла, відбувається розвантаження органів кровообігу, що знижує енергетичні витрати. Але тривала робота в положенні «сидячи» може привести до розслаблення м'язів живота і тазу, патологічних змін міжхребцевих дисків, до утворення сутулості. При виконанні деяких видів трудової діяльності слід передбачити під час роботи змінення робочих положень «сидячи» і «стоячи», що дозволяє чередувати групи м'язів, які несуть статичне навантаження.

Важливими чинниками для встановлення робочої пози є висота робочої поверхні, відстань об'єкта від очей, кут зору, зоровий фокус, розміри простору для ніг і висота сидіння при роботі сидячи. Вони повинні розглядатись обов'язково у взаємозв'язку. Вибір положення тіла при роботі («сидячи», «стоячи», «змінно») визначає параметри обладнання робочого місця. Передбачаючи те чи інше робоче положення, слід враховувати його переваги і недоліки.

Залежно від основної робочої пози розрізняють робочі місця під час виконання робіт «сидячи» і «стоячи». Перші організовують при легкій роботі, що не вимагає вільного пересування працівника, а також при роботі середньої тяжкості у тих випадках, коли це обумовлено особливостями технологічного процесу. При організації робочого місця необхідно забезпечити виконання трудових операцій в межах зони досяжності моторного поля, а операцій «часто» (менше двох операцій в 1 хв) і «дуже часто» (дві та більше операцій в 1 хв) - в межах зони легкої досяжності і оптимальної зони моторного поля.

Під час конструювання виробничого обладнання та організації робочого місця необхідно передбачати можливість регулювання окремих елементів, щоб забезпечувати оптимальне положення працівника. За висоту робочої поверхні приймають відстань по вертикалі від підлоги до горизонтальної площини, в якій виконуються основні трудові рухи.

При проектуванні технологічного оснащення (пристроїв та інструменту) та організаційного оснащення робочого місця (робочих меблів, засобів сигналізації та зв'язку, засобів освітлення, тари, підставок, пристосувань для догляду за машиною і для прибирання робочого місця) необхідно враховувати вимоги ергономіки. Технологічне та організаційне оснащення повинно створювати зручність у роботі і підвищувати ефективність та якість праці.

Список використаних джерел

1. Войналович О.В., Марчишина Є. І., Кофто Д. Г. Охорона праці у галузі (автомобільний транспорт). К: Центр учбової літератури, 2018. 695 с.

2. Войналович О. В., Марчишина Є. І., Білько Т.О. Охорона праці у сільському господарстві. К: Центр навчальної літератури, 2017. 691 с.

З. Войналович О. В., Марчишина Є. І., Кофто Д. Г. Безпека виробничих процесів у сільськогосподарському виробництві. К: Видавничий центр НУБіП України. 2015. 418 с.

УДК 665.73:54-414

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ПОГЛИНАННЯ НАФТОПРОДУКТІВ РІЗНИМИ ФРАКЦІЯМИ СОРБЕНТІВ

М. Ф. КАЛІВОШКО, к. с.-г. н., доцент,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: m.f.kalivoshko@gmail.com

Актуальність теми. Аналіз процесів поглинання нафтопродуктів різними сорбуючими матеріалами свідчить, що в якості найбільш важливих факторів, які впливають на кінетику і рівновагу процесів є їх гранулометричний склад, природа сорбенту, його вологість, температура системи[2].

При пошуках сорбентів, що можуть використовуватися як поглиначі бензину та дизельного пального, значна увага належить їх гранулометричному складу. На гранулометричний склад сорбенту впливають: сировина з якої походить, технологія його виготовлення, прийоми і способи застосування, вартість, сипучість. Розміри фракцій сорбентів, в значній мірі, впливають на їх поглинальну властивість. Сорбенти певних розмірів фракцій, що характеризуються відповідними фізико-хімічними властивостями та ємністю проявляють найбільш високу поглинальну властивість. Важливо визначити гранулометричний склад сорбентів при якому спостерігається найвищий їх поглинальний ефект.

Мета наших досліджень передбачала визначення оптимальних розмірів гранулометричного складу сорбентів, які забезпечуватимуть як найвищі поглинальну здатність бензину та дизельного палива, так і їх доступність, простоту застосування, високу ефективність та економічність.

За результатами наших досліджень (табл.1), представлені данні про вплив розміру фракцій різних сорбентів на їх поглинаючу здатність дизельного пального. Показники отримані нами при природній вологості і кімнатній температурі в умовах, близьких до рівнозначних (витримка зразків у дизельному паливі складала 24 години).

Загальна тенденція зниження поглинальної здатності (W), при збільшенні розміру частинок, являється природним наслідком зниження поверхні контакту матеріалу з нафтопродуктом. Найбільш суттєве зниження поглинаючої здатності дизельного пального відмічено у шламовому піску, в той же час для керамзиту, стружки і тирси деревини, спостерігається певна залежність W від розміру частинок. Можливо, це пов’язано з тим, що в випадку з керамзитом,

стружкою і тирсою деревини основна кількість нафтопродукту поглинається порами і капілярами матеріалу, в той же час, як у випадку з піском, виникає лише поверхневе обволікання частинок. Про це свідчать також суттєві відмінності в абсолютних величинах поглинаючої здатності обговорених матеріалів. Проміжне положення займають шлаки, вклад капілярного поглинання в яких має важливе, але не домінуюче значення.

Таблиця 1.

Вплив вмісту частинок на поглинаючу здатність W матеріалів в відношенні до дизельного палива

Найменування сорбенту	Поглинаюча здатність матеріалів, %				
	Розміри частин фракції, мм				
	0,25 – 0,5	*0,5 – 2*	*2 – 5*	*5 – 7*	*7 – 10*
Металургійний шлак	20,9	20,4	8,3	2,96	2,4
Коксохімічний шлак	24,2	23,8	7,7	4,85	3,26
Пісок річковий	16,1	5,9	0,85	-	-
Пісок шламовий	13,2	3,4	0,2	-	-
Тирса деревини	76,2	74,8	-	-	-
Керамзит	-	-	-	31,8	30,6
Стружка деревини	-	-	-	63,5	60,3
Саманна крихта	-	-	17,3	13,51	8,48

За результатами наших досліджень можна зробити висновок, що сорбенти мінерального походження (шлами, піски) найвищу поглинальну здатність мають при найменших розмірах часток 0,25 – 0,5 та 0,5 – 2 мм. У сорбентів з деревини, а саме, стружки і тирси деревини поглинальна здатність суттєво не залежить від розмірів фракцій, а поглинання дизельного палива пов'язано не за об'ємними показниками, а з наявністю та об'ємом пор і капілярністю матеріалу.

Дослідження впливу розмірів фракцій на поглинальну здатність сорбентів щодо бензину показують, що ступінь поглинання бензину, в порівнянні з важкими фракціями паливно-мастильних матеріалів, значно нижчий в

сорбентів мінерального походження Очевидно це пов'язано з тим, що дизельне пальне володіє більш високим показником обволікання поверхні. Що стосується тирси та стружки деревини, то вони краще поглинають бензин. В даному випадку домінуюча роль щодо поглинання належить капілярам, а не розмірам фракцій. Капілярами бензин краще підіймається і їх заповнює, що впливає на поглинання.

Висновки. За результатами наших досліджень можна зробити висновок, що сорбенти мінерального походження (шлами, піски) найвищу поглинальну здатність мають при найменших розмірах часток 0,25 – 0,5 та 0,5 – 2 мм. У сорбентів з деревини, а саме, стружки і тирси деревини поглинальна здатність суттєво не залежить від розмірів фракцій, а визначається наявністю та об'ємом пор і капілярністю матеріалу. Стружка і тирса деревини мають в де кілько разів вищі поглинальні здатність бензину в порівнянні з мінеральними сорбентами.

Список використаних джерел

1.Набаткин А.Н., Хлебников В.Н. Применение сорбентов для ликвидации нефтяных разливов. *Экология.* 2000. №11. С.61-68.

2.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.

3.Тарасевич Ю.И. Природные сорбенты в процессах очистки от нефтепродуктов. К.: Наукова думка, 1981. 208 с.

4.Швед Д.И. и др. Углеродные сорбенты растительного происхождения для очистки грунтовых и водных поверхностей от нефти. *Экотехнологии и ресурсосбереже*ние. 2003. №4. С. 29-31.

УДК 621.91

СТОСОВНО ПИТАННЯ АКТУАЛЬНОСТІ ДЕРЕВООБРОБКИ СКЛАДНО-ПРОФІЛЬНИХ ПОВЕРХОНЬ

О. Є. СЕМЕНОВСЬКИЙ, кандидат технічних наук, доцент,
Г. М. ПОХИЛЕНКО, старший викладач
О. В. МІХНЯН, кандидат технічних наук, асистент
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: semenovski@ukr.net, pokhilenko@nubip.edu.ua, mixnyan@ukr.net

Загальновідомо, що для виготовлення листів та елементів меблів використовується суміш деревної тирси та фенол-формальдегідної смоли (яка є звязуючою, речовиною), що при високій температурі пресується для надання їй певних геометричних параметрів. З такого матеріалу зроблені майже всі корпусні меблі в сучасних квартирах. Звичайно це є досить економним

варіантом меблів. Але смоли, які входять до складу ДСП випаровують шкідливі речовини для людського організму. Формальдегід, що виділяється з ДСП, вкрай негативно впливає на шкірні покриви, органи дихання і зір людини. Також шкідливий газ небезпечний для центральної та нервової систем. Навіть якщо виробник меблів зі спресованої тирси надає сертифікат якості, такі вироби не можуть бути до кінця безпечні для людського організму. Все більше людей розуміє наскільки екологічно небезпечними є меблі, які виготовлені з листів ДСП і ДВП, а не з натуральної деревини, тому містять в своєму складі як фенол-формальдегіди.

Практично всі меблі, що складаються з деревинно-стружкових плит (ДСП), є джерелом надходження формальдегіду в наше довкілля, тому що формальдегід використовується як компонент клею при виготовленні цих плит. Крім того, формальдегід може виділятися з оздоблювального матеріалу, виготовленого з сполук на основі фенол-формальдегідних смол (різні пластикові вироби, наприклад, жалюзі, стінові і стельові панелі). Ті ж смоли часто використовуються у виробництві і предметів побуту.

Формальдегід офіційно вважається канцерогеном, тобто речовиною, що викликає рак. Про це заявило Міжнародне агентство з дослідження раку, що входить до Світової організації охорони здоров'я. Експертами доведено зв'язок формальдегіду з підвищеним ризиком розвитку ракових пухлин органів дихання. Крім того, дані проведених досліджень свідчать, що ця речовина може призводити до лейкозу.

Тому особливо актуальним є виготовлення меблів з натуральної деревини, але явища які супроводжують процес деревообробки кінцевими фрезами, як циліндричними так і складно-профільними вивчені недостатньо.

Питанню температури в зоні різання взагалі приділена недостатня увага в літературі, що обумовлено складністю процесів. А при чистовій обробці поверхонь, як спряжених так і оздоблювальних це має надзвичайно важливе значення. Особливо це стосується складно-профільних поверхонь, як зовнішніх так і внутрішніх, де, при обробці деревини неможливе застосування фінішного абразивного оброблення.

Дослідження процесів, що відбуваються при чистовій обробці деревини, кінцевим фасонним інструментом має надзвичайно важливе значення, тому що такий вид оброблення застосовується в меблевій промисловості, де особливо важливо отримувати поверхні, часто складно-профільні, з високою точністю та заданою шорсткістю.

УДК 669.018.45:542.65:62-135

МОЖЛИВОСТІ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОДЕРЖАННЯ ЛОПАТОК ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНІВ

О. Є. СЕМЕНОВСЬКИЙ, кандидат технічних наук, доцент,
О. В. МИХНЯН, кандидат технічних наук, асистент,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: semenovski@ukr.net, mixnyan@ukr.net

Розвиток газотурбобудування вимагає підвищення потужності, ресурсу газових турбін, їх коефіцієнт корисної дії. Це досягається за рахунок підвищення робочих температур газових турбін і, в значній мірі, може бути виконано в результаті істотного поліпшення якості лопаток газотурбінних двигунів (ГТД).

Підвищення якості литих лопаток ГТД, тобто забезпечення їх високої надійності і ресурсу, в даний час може здійснюватися за рахунок їх конструктивних змін, використання принципово нових матеріалів, або ж вдосконаленням існуючих технологічних процесів.

Широкого застосовування в практиці газотурбобудування при отриманні робочих і соплових лопаток ГТД набули вітчизняні і закордонні жароміцні сплави (в іноземній літературі – “супер сплави”) на нікель - хромовій та кобальто - хромовій основі.

Роботи, що проводилися протягом останніх років іноземними фахівцями, які посідають лідируючи позиції (концерни Pratt & Whitney, General Electric Co, Teledyne, Rolls-Royce Ltd, США; “INCO”, “First Rixson”, Великобританія; Martin Marietta Corp., ONERA, Франція; ФГУП “ВИАМ”, ФГУП ММПП ВИЛС, ЦНИИТМАШ, ЦКТИ, Росія; Leybold Heraeus, Німеччина), переконливо показують, що забезпечити зростання ресурсу матеріалів для одержання лопаток за допомогою варіювання їх легуючими комплексами вже майже вичерпано, і можливо лише спеціальними технологічними прийомами керування структурними характеристиками. Тобто отриманням замість ізотропної рівновісної структури, анізотропної направлено орієнтованої дендритної структури або монокристалічної будови.

Проблеми тривалої високотемпературної міцності нікелевих сплавів засновані на тому, що зародження тріщин втоми в цих матеріалах відбувається в міжзереному просторі, тому бажано мати лопатку з мінімальною кількістю зерен і можливістю управління їх кристалографічної орієнтацією. Ця проблема вивчена і отримала експериментальне підтвердження в роботах академіка С.Г. Кишкина, який показав, що руйнування відбувається по межах зерен, орієнтованих перпендикулярно осі зовнішнього навантаження. Звідси випливав висновок, що для підвищення тривалої міцності нікелевих жароміцних сплавів вони повинні мати стовбчасту структуру, при якій межі зерен паралельні напрямку дії головних напружень.

Тому, особливо актуальним є розробка нової технології, що забезпечить активний спосіб управління процесом формування орієнтованої структури литих деталей в жароміцних сплавах на нікелевій основі з матрично-карбідно-інтерметалідним зміцненням.

Аналіз можливостей різних технологічних прийомів термоенергетичного впливу на структуру і, як наслідок, властивості складнолегованих жароміцних сплавів, довів перспективність використання направленої кристалізації для отримання орієнтованої структури. А також можливість одночасного зростання міцності та в’язкості цих матеріалів, що пов’язано з оптимізацією їх внутрішньої будови.

Секція 6 *«Надійність будівель, споруд і технічних систем у будівництві»*

УДК 69059(075.8)

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ КОНСТРУКЦІЙ МЕТОДОМ ШВИДКИХ НЕЙТРОНІВ

Є. А. БАКУЛІН, к.т.н.,доцент,
І. А. ГРИЩЕНКО студ.
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: : bakuln959@ukr.net

Метод швидких нейтронів використовується в основному для визначення вологості матеріалу і побудований на взаємодії нейтронів з ядрами водню, оскільки основна кількість цього елемента в будівельних матеріалах знаходиться в складі молекули води.

Нейтронним методом можна визначити кількість атомів водню, що знаходяться в масі матеріалу, введенням в нього швидких нейтронів та вимірюванням кількості повільних, що утворилися в результаті взаємодії швидких нейтронів з атомами матеріалу.

На практиці швидкі нейтрони отримують бомбардуванням ядрами гелію (альфа-частинки) легких елементів, в результаті чого утворюються вільні нейтрони.

Дослідницька апаратура складається з джерела швидких нейтронів, детектора теплових нейтронів, лічильника з індикатором. Для визначення вологості матеріалу використовують глибинні та поверхневі зонди.

Усі роботи з використанням радіоактивних речовин і джерел іонізуючих випромінювань регламентуються відповідними документами.

Використовувані в роботі радіоактивні речовини поділяють на відкриті і закриті. До відкритих відносяться порошки, рідини і т.п. речовини, при використанні яких можливе вилучення радіоактивних речовин у навколишнє середовище. Всі роботи з відкритими речовина слід проводити в спеціально обладнаних лабораторіях. При роботі з закритими речовинами, які розміщені в захисні металеві ампули, необхідно дотримуватися заходів, що забезпечують захист від випромінювання.

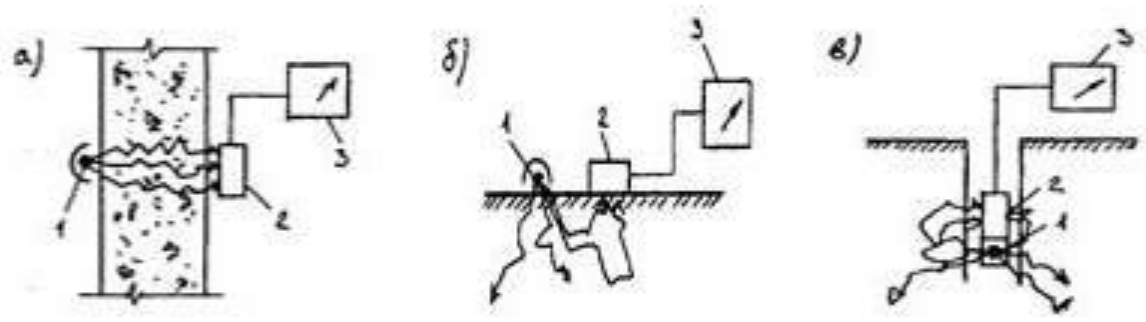


Рис. 1. Схема визначення вологості нейтронним методом:

а - при двосторонньому доступі до конструкції; б - при односторонньому доступі до конструкції; в) - у середині конструкції: 1 - джерело швидких нейтронів; 2 - детектор; 3 - прилад, що вимірює випромінювання

Експлуатація промислових приладів із джерелами випромінювання повинна здійснюватися у строгій відповідності до інструкцій; на підприємстві, наказом адміністрації, назначається особа, відповідальна за дотримання інструкцій.

Санітарні правила передбачають, що до роботи з джерелами випромінювання допускаються особи у віці не молодше 18 років, що попередньо пройшли медичний огляд.

Всі працюючі повинні періодично проходити медичний огляд і перевірку знань про безпечні методи роботи, захисні пристосування та правила особистої гігієни.

При всіх роботах, незалежно від їхньої кількості, повинний здійснюватися радіометричний контроль. Встановлено граничні дози опромінення персоналу й окремих осіб із населення.

Недоліком цього методу є те, що не можливо розрізнити вільну та зв'язану воду.

УДК 725

ЕКСПЕРТНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ОБ'ЄКТУ ПО РЕКОНСТРУКЦІЇ АДМІНІСТРАТИВНОЇ ТА ВИРОБНИЧОЇ БУДІВЛІ В М. БОРИСПІЛЬ

М. Г. ЯРМОЛЕНКО, к.т.н., професор
В. М. СОБЧУК, студент
E-mail: yarmolenko@nubip.edu.ua

На прохання начальника управління з безпеки Бориспільського кластеру, були проведені експертні дослідження адміністративної та виробничої будівлі, для надання компетентних відповідей на запитання відповідності обсягів виконаних робіт, щодо обсягів які були надані в актах виконаних робіт.

Обстеження виконувались 21 грудня 2020 року в присутності представників замовника та виконавця робіт.

Методика проведень будівельно-технічного дослідження:

- Аналіз представлених документів і будівельно-технічної літератури;
- Аналіз-співставлення представлених документів на відповідність чинним нормам з будівництва, зведення та експлуатації об'єктів підприємств;
- Натурне технічне обстеження та фотофіксація поточного стану об'єкта;

- Обробка результатів натурного обстеження;
- Співставлення результатів натурного обстеження та фотофіксація поточного стану об'єкта, результатів аналізу представлених матеріалів;
- **При проведенні експертних досліджень використовувались наступні інструменти:**
- 1. Фотоапарат 'OLYMPUCS-5060'
- 2. Рівень 'STANLEY' Pro 1-42-920
- 3. Вимірювач міцності будівельних матеріалів
- 4. Кутомір 'STANLEY' Fat Max
- 5. Курвиметр Yato yt-71655
- 6. Лазерний далекомір 'BOSCH' GLM Professional

Експертні дослідження об'єкту проводились по таких конструкціях: залізобетонне покриття , вимощення та система дощової каналізації.

В результаті обстеження було встановлено:

1. Конструкція дорожнього полотна не відповідає переліку матеріалів за проектом – відбулась заміна шару щебня фракції 40…70 мм на щебенево-піщану суміш 0…40 мм
2. Потужності шарів більші, відносно прийнятих у проекті, при цьому середня потужність шару ЩПС за місцями проб становить – 0,406 м , а піску чи відсіву – 0,339 м.
3. За даними динамічного зондування величина щільності сухого ґрунту насипного піску складає ρ_d = 1.58…1.67 г/см^3
4. Взяття відповідних циліндричних зразків діаметром 100 мм у кількості 9 у довільних місцях конструкції покриття дороги показав наявність лише одного шару арматурної сітки діаметром 12 мм.
5. Структура дорожнього покриття і вимощення та загальна конфігурація благоустрою в плані не відповідає проектним рішенням, для дослідження не були надані затверджені рішення щодо коректування проекту;
6. Для дослідження не була надана у повному обсязі виконавча документація згідно вимог ДБН А.3.1.-5:2016
7. Роботи з улаштування бетонного покриття , вимощення і дощової каналізації виконані у неповному обсязі , при цьому деформаційні шви незакінчені та виконані із порушенням нормативних вимог, що привело до утворення тріщини.

Висновки;

1. На об'єкті "Реконструкція адміністративних та виробничих будівель з добудовою елеватора в м. Бориспіль" роботи з улаштуванням бетонного покриття , вимощення і дощової

каналізації виконані у неповному обсязі.

2. Об'єми фактично виконаних робіт з улаштуванням бетонного покриття вимощення і дощової каналізації не відповідають об'ємам що надані у відповідній документації.

3. Перевіряння окремих видів робіт без проектної документації, відсутності контролю процесів виконаних робіт та відсутності доступу до них, унеможливлює точне визначення їх обсягів

УДК 614.841

ВІБРОЗАХИСТ БУДІВЕЛЬ ВІД ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

М. Г. МАР`ЄНКОВ, д.т.н., проф.,
Є. О. СЕЛЕТОВ, студ.;
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: maryenkov2019@ gmail.com

Розглянемо майданчик будівництва що знаходиться в зоні щільної забудови, прилеглих автотранспрортних шляхів та залізниці. Рух автотранспорта біля будівельного майданчика необмежений протягом доби. Двосторонній рух залізничних потягів як пасажирських так і вантажних на ділянці залізниці Київ – Львів біля будівельного майданчика також здійснюється без будь яких обмежень. Ситуаційний план на майданчику будівництва представлений на рис. 1.

Рис. 1. Ситуаційний план майданчика будівництва житлового будинку в м. Львові

Роботи з віброметричних досліджень грунту, віброізольованих ростверків та плит перекриттів при будівництві житлового будинку з системою віброзахисту від потягів залізниці виконувались на протязі 4 років.

На рис. 2 представлений стан будівництва житлового будинку на момент проведення віброметричних обстежень. На рис. 3 представлена ділянка залізниці, яка прилегла до секції 1 житлової будівлі.

Дослідження вібродинамічного впливу на прилеглий ґрунт та верхню будову проводилось при відсутності рухомих залізничних потягів (мікросейсмічні коливання) та при їх наявності.

Метою роботи є :

- визначення на основі проведених вимірювань рівнів динамічного впливу на грунт та віброізольовану плиту ростверку секцій будівлі при різних динамічних впливах;
- визначення на основі проведених вимірювань рівнів динамічного впливу на верхню будову секцій будівлі в рівні вибраного поверху в період руху або відсутності залізничних потягів;
- визначити динамічні характеристики (частоти та амплітуди коливань);
- проведення аналізу визначених рівнів вібраційного впливу на об’єкти досліджень під час руху залізничних потягів та їх порівняння з допустимими значеннями згідно з нормативними документами.

Рис. 2. Вид на майданчик на момент проведення віброметричних досліджень

Рис. 3. Вид на ділянку залізниці Київ-Львів, яка прилегла до проектованого житлового будинку (фото 22 листопада 2018 р.)

Каркас секції 3 житлової будівлі виконано безригельним з монолітного залізобетону з ядрами жорсткості в зоні ліфтового та сходового блоків. Будівля має в плані змінну площу перекриття, площа яких зменшується з висотою. План перекриття має форму прямокутньої трапеції. За проектом секція 3 будівлі має бути 13-ти поверховою. Кількість під'їздів – 1. Плита ростверку

секції віброізольована від пальового фундаменту. Гумові ізолятори були виготовлені в Україні та випробувані на стиск та зсув для визначення жорсткостних параметрів.

На основі одержаних записів сигналів віброприскорень з використанням програми „Сейсмомоніторинг” (розроблена в Україні) були одержані часові графіки віброприскорень при мікросейсмічному фоні на майданчику будівництва, при впливі рухомих потягів.

Таблиця 1

Розрахункові динамічні характеристики 13 поверхової віброізольованої будівлі

№ форми коливань	Частота, Гц	Період, с	Σ мод. мас, %, в навантаженнях	
			5	6
1	0.582	1.718	0.319	63.860
2	0.691	1.448	63.468	64.188
3	0.879	1.138	63.529	64.470
4	2.411	0.415	69.509	65.904
5	2.841	0.352	82.560	67.797
6	3.100	0.323	82.829	86.164
7	3.912	0.256	82.834	86.216
8	4.217	0.237	82.862	86.219
9	4.335	0.231	85.495	86.245
10	4.551	0.220	85.595	86.251
Заливкой відмічені форми коливань, визначені програмно напружено-деформований стан будівлі				

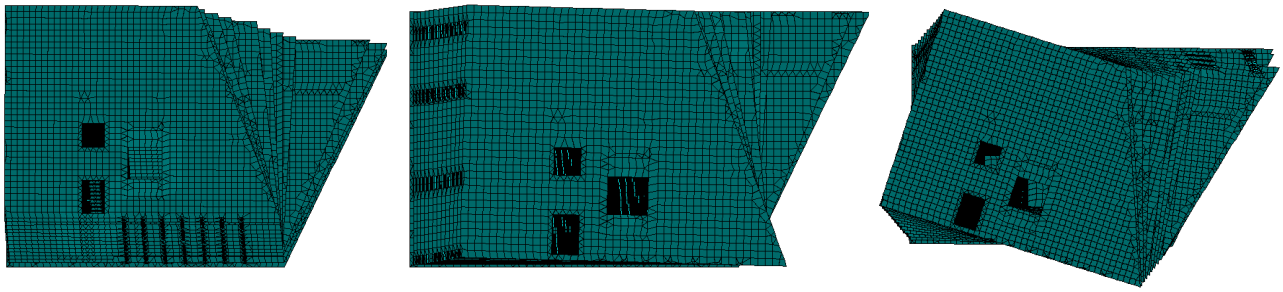


Рис. 4. Перші 3 форми власних коливань будівлі

За результатами експериментально-теоретичних досліджень житлового будинку з системою віброзахисту від потягів залізниці можна зробити наступні висновки:

1. Рівні віброприскорень при коливаннях перекриттів секції 1 (10 поверхова), 2 (6 поверхова) та 3 (13 поверхова) будівлі в октавних смугах не перевищують допустимих значень в діапазоні 2- 63 Гц при русі вантажних та пасажирських залізничних потягів і автотранспорту.

2. Зниження рівнів вібрації віброізольованих ростверків у порівнянні з рівнями вібрацій ґрунту зареєстровано у діапазоні 6-23 дБ (у 2-24 рази).

3. Система віброзахисту забезпечує рівні вібрації у житлових приміщеннях 13 поверхового будинку, розташованого на відстані 30 м від залізничної колії, та комфортні умови проживання.

УДК 69059(075.8)

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ КОНСТРУКЦІЙ МЕТОДОМ УЛЬТРОЗВУКОВИХ КОЛИВАНЬ

В. М. БАКУЛІНА, ст.викл.
І. А. ГРИЩЕНКО студ.
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: : bakulna88@ukr.net

Для дослідження технічного стану конструкцій можна використовувати як один із методів ультразвукові коливання. Ультразвукові коливання в твердих тілах поділяються на поздовжні, поперечні та поверхневі. Їх утворення залежить від місця розташування генератора відносно геометричних форм конструкції.

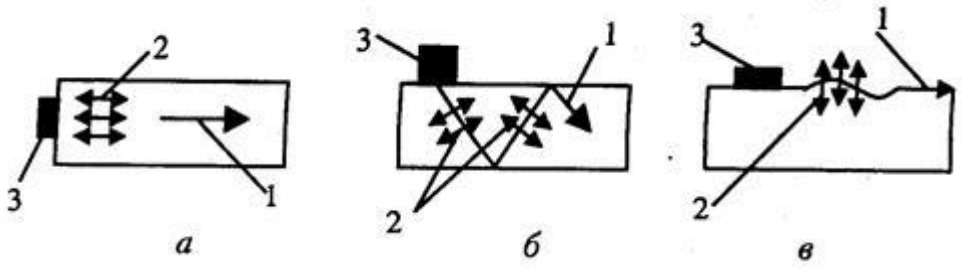


Рис. 1. Утворення ультразвукових коливань: а - поздовжніх; б - поперечних; в - поверхневих; 1 - хвилі; 2 - напрям вібрації; 3 - генератор

Збуджувачі коливань створюють хвилю поздовжнього типу. Для отримання поперечних хвиль використовують явище трансформації поздовжньої хвилі на межі розподілу двох середовищ.

На межу розподілу двох середовищ під кутом а падає поздовжня хвиля. На межі вона трансформується в проникальні та відбиті поздовжні і поперечні хвилі. Кут заломлення b_{long} поздовжньої хвилі більший за кут заломлення b_{lat} поперечної. Збільшуючи кут а, можна досягнути такого положення, коли проникальна поздовжня хвиля розповсюджуватиметься лише по поверхні, а в іншому середовищі існуватиме лише поперечна. Подальше збільшення кута а дозволить досягти такого стану, коли поперечна хвиля другого середовища буде проходити на межі розподілу.

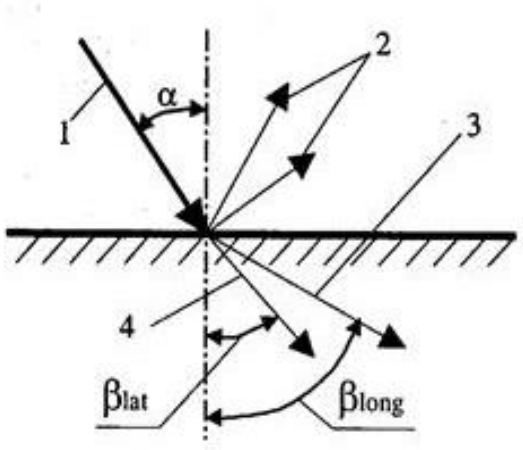


Рис. 2. Схема проходження хвиль через межу середовищ: 1, 3 - поздовжні хвилі; 2 - відбиті; 4 - поперечна хвиля

Існують залежності між параметрами коливань, густиною та пружністю середовища.

Методом ультразвукових коливань контролюють суцільність (виявляють тріщини, раковини, включення), товщину, структуру, фізико-механічні властивості (міцність, густину, модуль пружності, модуль зсуву, коефіцієнт Пуассона), вивчають кінетику руйнування.

За неруйнівного контролю таким методом реєструють частоту, амплітуду, час, механічний імпеданс (опір), спектральний склад коливань.

Режим коливань може бути безперервним або імпульсним.

Суть ультразвукового методу полягає в тому, що швидкість розповсюдження ультразвукових хвиль у бетоні залежить від модуля пружності, який в свою чергу пов’язаний з міцністю.

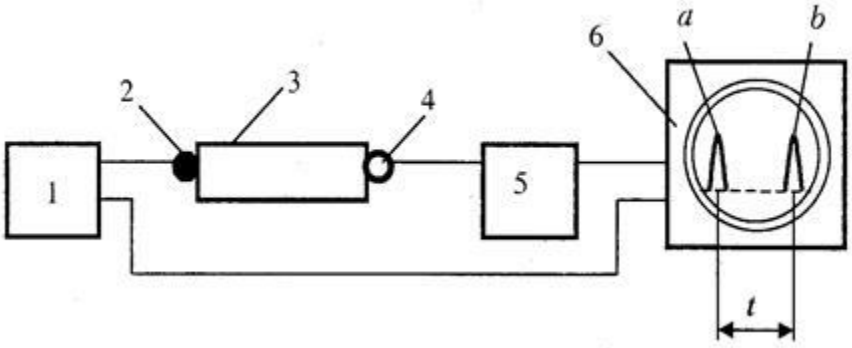


Рис. 3. Спрощена схема ультразвукового приладу: 1 - генератор; 2 - випромінювач; 3 - дослідний зразок; 4 - приймач; 5 - підсилювач; 6 - осцилограф

Високочастотний генератор 1 періодично надсилає електричні імпульси на випромінювач 2, який перетворює їх в ультразвукові. Далі імпульси, проходячи через дослідний зразок 3, вловляються приймачем і підсилені за амплітудою підсилювачем 5 направляються на вхід осцилографа 6. Одночасно такий самий імпульс безпосередньо від випромінювача потрапляє на вхід осцилографа. Він формує на екрані початкову мітку у вигляді кривої *a*. Така ж крива *b* утворюється на екрані після проходження імпульсу через дослідний зразок. Одночасно осцилограф виробляє так звані мітки часу, які

спостерігаються на екрані. Підраховуючи кількість міток часу, розташованих між кривими *a* і *b*, і знаючи ціну однієї мітки, можна встановити проміжок часу *t*, за який ультразвукова хвиля пройшла бетон. Тепер неважно визначити швидкість поширення ультразвуку, а відтак і міцність бетону.

З ультразвукових методів найбільш широко застосовується тіньовий та ехо-метод.

У металевих конструкціях за допомогою ультразвуку виконується контроль дефектів у металі та контролюється якість зварних швів (знаходяться шлакові включення, тріщини, раковини, газові чарунки і непровари).

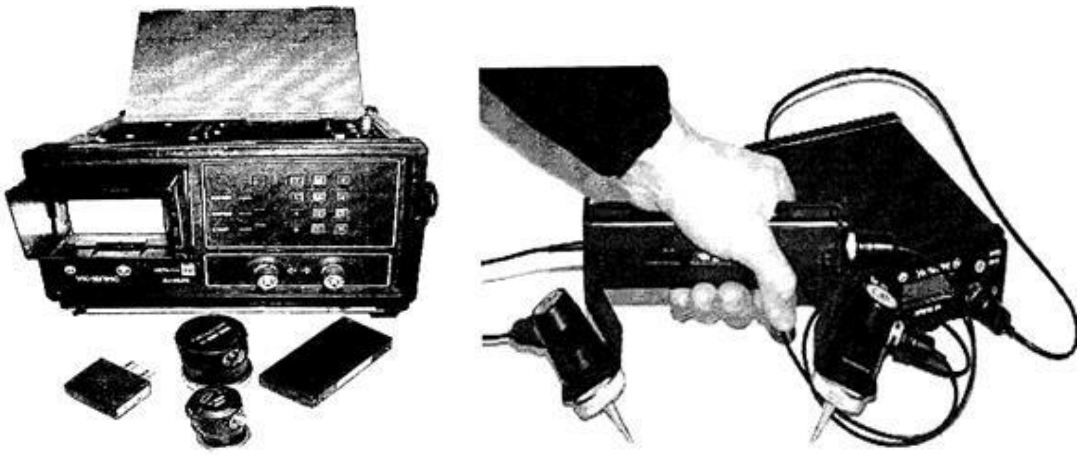
УДК 69059(075.8)

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ КОНСТРУКЦІЙ МЕТОДОМ РЕЗОНАНСНИХ КОЛИВАНЬ

Є. А. БАКУЛІН, к.т.н.,доцент,
Ю. Ю. ПІЩОЛКА студ.
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: : bakuln959@ukr.net

Існує ряд методів використання ультразвуку на практиці. Один із таких методів це резонансний метод. Резонансний метод полягає в збудженні у зразках коливань змінної частоти і побудові резонансної кривої, за якою визначають динамічний модуль пружності, модуль зсуву, логарифмічний декремент коливань та міцність бетону.

Залежно від мети дослідження використовують поздовжні, крутильні та прогинні коливання. Отримання одного з видів залежить від місця розташування випромінювача та приймача на досліджуваному зразку. Враховується і умова розташування опор.



а) б)

Рис. 1. Ультразвукові прилади: а - УК-10ПМСБ; б - УК-14ПМ

До виходу приймача під'єднується реєструвальний пристрій - осцилограф. Електронний промінь на екрані осцилографа накреслить криву, яка відповідає коливанням зразка.

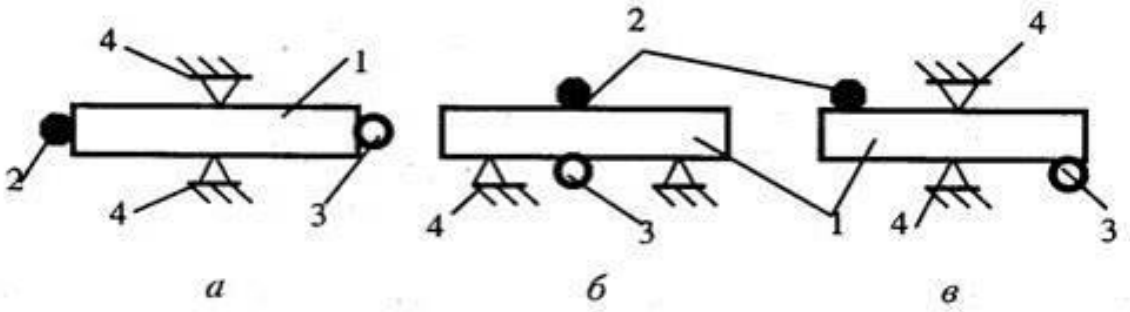


Рис. 2. Схеми дослідження коливань:
а -поздовжніх; б - прогинних; в- крутильних; 1 - зразок; 2 - випромінювач; 3 - приймач; 4 - опори

Зі зміною частоти вимушених коливань міняється амплітуда кривої на екрані і за деякого значення частоти амплітуда кривої буде найбільшою. Це відповідає моменту утворення резонансу, тобто збігаються частоти власних і вимушених коливань. Значення резонансної частоти визначають за шкалою генератора.

Логарифмічний декремент коливань знаходять за шириною резонансного піку кривої на рівні половини максимальної амплітуди коливань за формулою

$$\delta = \frac{\pi f_1 - f_2}{\sqrt{3} f_0};$$

де f_0 - резонансна частота коливань зразка; f_1 та f_2 - частоти коливань, що відповідають амплітудам, рівним половині максимальної до і після резонансу.

Залежність між динамічним модулем пружності та частотою власних поздовжніх коливань виражається формулою

$$E_d = 4\, l^2\, f_n^2\, \rho;$$

де l - довжина зразка; ρ - акустична густина бетону; f_n - частота власних коливань зразка.

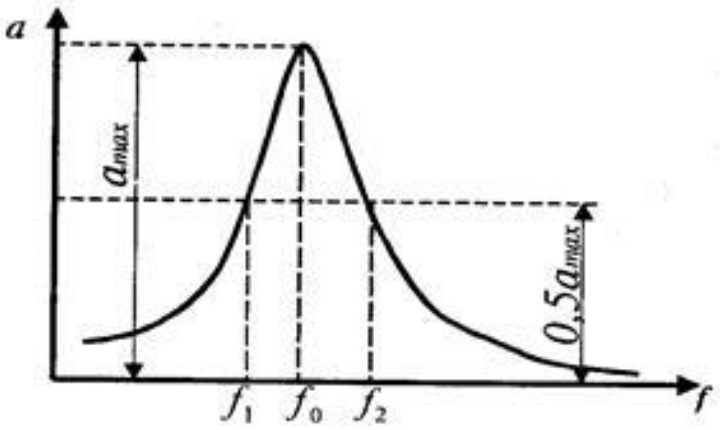


Рис. 3. Резонансна крива

На практиці користуються такими приладами, як вимірювач частоти коливань ІЧМК-2, вимірювач резонансної частоти ІРЧ-1, вимірювач амплітудного загасання ІАЗ, УЗ-5, ПІК-8.

УДК 725

НЕГАТИВНИЙ ВПЛИВ НОВОБУДОВ М.КИЄВА НА ЖИТТЯ КИЯН

М. Г. ЯРМОЛЕНКО, к.т.н., професор
М. О. КУШНІР, студент
E-mail: yarmolenko@nubip.edu.ua

Всі ми знаємо, що більшість новобудов Києва — висотні будівлі, власники яких мають величезні прибутки, та не задумаються про життя киян.

В наш час концепція розвитку міських поселень України, затверджена Постановою Верховної ради передбачає застосування принципів ущільнення забудови, через які в сусідніх будинках виникають серйозні проблеми з використанням газових котлів, бойлерів та нормальною природньою вентиляцією. Та головними проблемами новобудов є відсутність потрібної кількості природнього освітлення та суттєве зниження тривалості інсоляції в приміщеннях існуючих будинків. Згідно експертних досліджень майже половина киян, які мешкають біля висотних будівель через відсутність цих двох факторів укорочують собі життя на 7-10 років. Така ситуація мала би змусити киян подавати до суду на керівництво міста та добиватись вирішення цієї проблеми.

Та, нажаль, більшість жителів міста Києва навіть не знають про проблему інсоляції приміщень, бо інформації про неї немає в засобах масової інформації. Інсоляція – це кількість сонячного світла, що потрапляє в житлове приміщення протягом доби або, як прийнято при нормативних розрахунках, протягом календарного нормативного періоду, це також наявність або відсутність фото-біологічного ефекту – природне опромінення приміщень, що має бактерицидну дію, тобто, якщо приміщення добре освітлюється сонцем, воно є куди як більш корисним для здоров'я.

Згідно ДБН В.2.2.-15-2005 для кожного будинку має бути проведений розрахунок тривалості інсоляції з використанням сонячних карт Б. Н. Дунаєва. З метою забезпечення комфорту проживання і здоров'я населення, встановлюються санітарно-гігієнічні норми рівня інсоляції житлових приміщень, відповідно до яких ведеться будівництво житлових і адміністративних будівель. Санітарні норми і правила встановлюють нормативну тривалість інсоляції в одиницях часу, яка повинна забезпечуватися для відповідних будівель і споруд. Тривалість інсоляції за цими нормами для житлових та навчальних приміщень повинна бути не менше 3 годин.

Величина інсоляції залежить від багатьох факторів таких як: висота сонця над горизонтом, географічна широта місця, кут нахилу земної поверхні, орієнтація земної поверхні по відношенню до сторін горизонту (рис. 1*)*. При цьому велике значення має відстань від вікна кімнати, інсолюється до протилежної будівлі та врахування затемнення від протилежної будівлі.

Рис. 1. Забудова в м. Києві

Сьогодні в умовах ринкової економіки, приватної власності на землю та нерухомість будівництво нових будинків у приміських зонах пов’язане із значними витратами земельних ресурсів і затратами на улаштування транспортних та інженерних мереж. Тому бізнесмени-будівельники зазвичай зацікавлені в пошуку територіальних ресурсів в межах історично сформованої забудови та будують висотні будівлі майже упритул, незважаючи на установлені нормативами відстані, і керівництво міста закриває на це очі. Якщо запитати їх про інсоляцію більшість з них навіть не зможуть відповісти, що це таке, не говорячи вже про знання нормативів. Дехто з них може просто перевести тему та запропонувати подивитись на будинки саме тих, хто повинен слідкувати за дотриманням всіх будівельних нормативів.

УДК 624.154.536

ВИБІР ТА ТЕХНОЛОГІЯ ВЛАШТУВАННЯ ФУНДАМЕНТІВ БУДІВЕЛЬ, ЩО ПРОЄКТУЮТЬСЯ В УМОВАХ ЩІЛЬНОЇ ЗАБУДОВИ

О. А. ФЕСЕНКО, к.т.н., ст.викл.,
К. О. ОДНОЛІТОК, студ.
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: oleg_for@ukr.net

На сьогодні будівництво в Україні є однією з найпотужніших галузей промисловості, що розвивається прискореними темпами. Досить висока вартість будівельних матеріалів та збільшення вартості земельних ділянок під забудову призводить до зростання вартості будівництва. Водночас інвестори та будівельні компанії зацікавлені в будівництві об'єктів у найбільш зручних місцях для подальшої експлуатації. Це призводить до використання під забудову ділянок, які досить щільно оточені прилеглою забудовою. Наразі використання саме таких ділянок стає все більш актуальним. Водночас будівництво в таких місцях пов'язане з ризиком деформацій чи тріщиноутворення в існуючих будівлях, ризиком підтоплення чи руйнування стінок котлованів.

При виборі фундаментів проектованої будівлі в обмежених умовах будівництва було враховано складний напружено-деформований стан ґрунтового масиву, який виникає через взаємний вплив існуючих і знову зведених будинків. Зважаючи на можливий вплив нових фундаментів на вже існуючу забудову, інженерно-геологічні умови та характеристики проєктованої будівлі було обрано виконати буронабивні палі діаметром 420 мм, довжина яких склала 7 м.

Влаштування такого типу фундаментів не лімітує навантаження на новобудову. Можливість влаштування буронабивних паль впритул до існуючих споруд забезпечує міцність і тріщиностійкість як існуючих будівель, так і нестійких схилів. Здатність паль сприймати горизонтальні навантаження також дає можливість використовувати їх як несучі елементи підпірних стін котлованів.

Перевагами буронабивних фундаментів є:

- Можливість їх застосування на будь-яких ґрунтах і на крутих схилах;
- Відсутні потужні динамічні навантаження через ґрунт на основи сусідніх будівель (як при забиванні);
- Висока несуча здатність – паля сприймає навантаження до 400 тон;
- Можливість будівництва в умовах щільної навколишньої забудови;
- Параметри паль легко контролюються в процесі ведення робіт.

Для забезпечення високої якості виконання робіт, влаштування фундаментів з буронабивних паль можна розбити на такі етапи:

1. Підготовчі операції

На території будівельного майданчика потрібно виконати вертикальне планування і внутрішні під'їзні шляхи; винести осі будівлі, що будується, для подальшої геодезичної розбивки пальового поля. Далі відбувається монтаж бурової установки з вежею та під'єднання силових агрегатів.

2. Підготовка обсадної бурової труби (бетоноводу)

Сталеві товстостінні труби постачають на склад будівельного майданчика, зварюють до необхідної довжини палі. На один кінець труби приварюється спеціальний конектор із зовнішнім діаметром, відповідним до діаметра палі, що приєднує до бурового наконечника через наявне штикове з'єднання. Підготована бурова труба підіймається лебідкою бурового агрегата і фіксується в двох точках: нижній кінець – в отворі бурового стола, верхній кінець – спеціальним обхватом до напрямної.

3. Занурення палі

Бурова установка переміщається на точку занурення палі і труба встановлюється вертикально в двох площинах за допомогою гідравлічної системи щогли бурової установки. П'ятою майбутньої палі слугує чавунний гвинтовий наконечник проектного діаметра, який виставляють робітники в заданій точці поверхні основи будівельного майданчика. Потім до наконечника за допомогою штикового з'єднання через гідроізолювальну м'яку прокладку прикріпляють нижній кінець обсадної бурової труби. Забій для майбутньої палі створюється за допомогою обертально-вдавлюваного занурення системи «наконечник–бурова труба» до заданої позначки п'яти палі. Під час занурення системи в основу ґрунт розсувається в радіальному напрямку і одночасно ущільнюється. Так забезпечується тісніший контакт бетону з циліндричною ґрунтовою поверхнею забою. Усередині труби залишається вільний повітряний простір. Відсутність води в порожнині труби забезпечується герметичною прокладкою, що встановлюється в зоні з'єднання конектора і бурового наконечника. Контролює глибину пробурених свердловин і показників тиску на манометрах гідравлічної системи силового модуля бурової установки буровий майстер.

4. Армування палі і бетонування

Арматурний каркас палі виготовляється на будівельному майданчику згідно з проектом із стрижневої арматури класу А400С, А500С, А-III (рис. 1).

Готовий арматурний каркас занурюється у внутрішню порожнину бурової труби на проектну позначку і фіксується на ній за допомогою лебідки з маневровою стрілою, що знаходиться на буровій установці. Заповнення бурової труби, яка одночасно виконує функцію бетоноводу, бетонною сумішшю здійснюється через приймальну воронку за допомогою бункера із замковим механізмом. У міру витягання бурової труби відбувається укладання бетонної суміші в тілі палі, з формуванням контактної зони паля-ґрунт. Додаткове подавання бетонної суміші в порожнину бурової труби проводять у необхідній кількості, у міру її витягання. Рівень бетонної суміші контролює робітник-копровник візуально.

Рис.1 Зовнішній вигляд просторових арматурних каркасів.

Далі палі набирають міцності, наступний крок – влаштування ростверків, в даному випадку обрано жорстке з’єднання паль із ростверком, тому згідно ДБН В.2.1-10:2018 на поверхню вивели оголовки паль та залишили арматурні випуски (рис.2).

Рис.2 Зовнішній вигляд оголовків паль.

Зважаючи на усе вище перераховане можемо зробити висновок, що використання буронабивних пальових фундаментів в умовах щільної забудови є найбільш доцільним. Такий тип фундаментів не лімітує навантаження на новобудову та зменшує ризик для вже існуючої прилеглої забудови.

УДК 725

ЕКСПЕРТНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ОБ'ЄКТІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ В С. ВЕЛИКА СНІТИНКА КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

М. Г. ЯРМОЛЕНКО, к.т.н., професор,
Е. С. ХАРЧЕНКО, студент
E-mail: yarmolenko@nubip.edu.ua

На прохання ректора університету дипломниками кафедри будівництва були проведені експертні дослідження декількох об'єктів в с. Велика Снітинка, які дозволили визначити технічний стан цих об'єктів та запропонувати один із варіантів відновлення їхнього експлуатаційного стану (капітальний ремонт, потоковий ремонт, реконструкція).

Натурні експертні дослідження об'єкта (візуальні та інструментальні) проводились у першу чергу по тримальних конструкціях (фундамент, колони, балки, стіни, покрівля) неруйнівним методом за допомогою вимірювача міцності будівельних матеріалів Novotest ИПСМ та приладу для пошуку металу у конструкціях «Laserliner MultiFinder Plus» в режимі «METAL-SCAN».

Методика проведення будівельно-технічного дослідження:

- аналіз представлених документів і будівельно-нормативної літератури;
- аналіз-співставлення представлених документів на відповідність чинним нормам з будівництва, зведення та експлуатації об'єктів промислового призначення;
- натурне технічне обстеження та фотофіксація поточного технічного стану об'єкта;
- обробка, класифікація та систематизація за однотипними групами *дефектів і пошкоджень за результатами натурного обстеження;*
- співставлення результатів натурного обстеження об'єкта, результатів аналізу представлених матеріалів на відповідність чинним нормам з будівництва, зведення та експлуатації об'єктів підприємств;
- підготовка експертного висновку.

Обстеження виконувались 15 жовтня 2021 р. у присутності представників замовника згідно вимогам нормативних документів.

Один із об'єктів дослідження – механічна майстерня для ремонту сільськогосподарської

техніки. Споруда - одноповерхова з двоповерховою середньою частиною без підвалу та без горища. В плані будівля має П-подібну форму (фото 1-4). Довжина по дворовому фасаду становить 36 *м*, ширина - 54 *м*, висота - 8 *м*.

Ширина середньої частини – 18 *м*, довжина – 18 *м*. У споруді влаштована одна сходова клітина. Каркас будівлі виконаний із залізобетонних уніфікованих колон, з перерізом 400×400 *мм*. Стінова огорожа виконана із самонесучих панелей та цегляної кладки (кладка - з червоної цегли на цементно-піщаному розчині). Фундаменти під несучі колони – окремо стоячі бетонні стакани. Покриття складається з наступних елементів: залізобетонні балки довжиною 18 м, ребристі залізобетонні плити покриття з розмірами 6 м × 3 м, покриття з азбестоцементних хвилястих листів. У споруді влаштовані дві підвісні електричні кран-балки вантажопідйомністю 2.2 т.

У процесі проведення візуального обстеження було виявлено наступні недоліки:

- на стінах фасадів були помічені вертикальні та похилі тріщини, що проходять по цементно-піщаному розчину, цеглі та стінових панелях; тріщини та руйнування панелей у цокольній частині будівлі; вивітрювання розчину із цегляної кладки; сліди зволоження стін у зв'язку з відсутністю відмостки; руйнування окремих цеглин;
- основні дефекти колон майстерні: відшарування захисного шару бетону; наявність тріщин, відколів; невідповідність положення колон проєктним умовам; зниження міцності бетону колон;
- у процесі обстеження внутрішніх стін були зафіксовані вертикальні та похилі тріщини стін, руйнування розчину цегляної кладки, окремих цеглин та стінових панелей, руйнування штукатурки;
- головний дефект плит покриття – замочування через відсутність азбестоцементних листів покрівлі споруди та відколи бетону.

У ході проведення дослідження був оцінений також стан зовнішніх мереж і внутрішніх інженерних комунікацій. Більшість із них знаходяться в незадовільному стані. Кран-балки в робочому стані і періодично експлуатуються.

При проведенні експертних досліджень використовувалась будівельно-нормативна література (ДБН та ДСТУ). У результаті обстежень було прийняте рішення провести капітальний ремонт механічної майстерні для ремонту сільськогосподарської техніки в с. Велика Снітинка Фастівського району Київської області.

УДК 624.154.536

ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬНОГО ФОНДУ ДЛЯ ОБ'ЄКТІВ АГРАРНОГО ГОСПОДАРСТВА

В. М. БАКУЛІНА, ст.викл.,
А. В. ВІТВІТСЬКИЙ, студ.
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: bakulna88@ukr.net

Сільськогосподарські будівлі - особливий сегмент будівельного ринку. При зведенні об'єктів для потреб галузі потрібно враховувати ряд специфічних вимог і особливостей експлуатації. Серед головних - забезпечення заданого мікроклімату і зручності ведення господарської діяльності. На відміну від промислових будівель сільськогосподарські споруди рідко зводяться багатоповерховими. Вони не оснащуються складним технологічним обладнанням і вантажопідйомними механізмами (кранами, тельферами і т.д.), що збільшують навантаження на несучі елементи будівлі. Але, в той же час, можуть мати значні площі і внутрішні приміщення значних об'ємів.

Розвитком будівництва для аграріїв займаються такі фахівці як: Староверова Г.С., Сорокін А.О., Вирховий А.К., Ізмайлов Т.К., Єрмілов Ю.С. і т.д.

Староверова Г.С. вказує, що основні функції сільського будівництва полягають в організації соціально-економічного простору штучного середовища проживання сільських територій. До них належать такі:

диференціювальная функція, комунікаційна функція, інтегруюча функція, морфологічна функція, процесуальна функція.

Категорія "землі сільськогосподарського призначення СХ2" вказує на дозволене використання земельних ділянок. Виділяють кілька законодавчих актів, які регулюють правовий режим таких ділянок. Це: Земельний кодекс України; Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності» (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2011, № 34.; Закон України «Про розвиток сільського господарства та сільських територій» в 2017 - 2022 рр.

Зокрема ч. 3 ст. 22 Земельного кодексу (далі – ЗК) землі сільськогосподарського призначення передаються у власність і надаються в користування (в оренду) та інші.

Згідно перерахованим вище нормативних актів на сільськогосподарських ділянках можливе будівництво наступних об'єктів:

— виробничі об'єкти, але тільки в рамках випуску сільськогосподарської продукції;
— господарські будівлі: склади, сховища, ангари;
— гаражі, так, і їх можна, якщо там буде зберігатися техніка;
— об'єкти для тимчасового перебування людей, наприклад, для відпочинку робітників;
— теплиці для вирощування сільськогосподарської продукції.
— або інші споруди, що забезпечують сільськогосподарську діяльність, такі як будинок пасічника, будинок рибалки, будинок мисливця і т.д.

Особлива увага приділяється об'єктам в галузі тваринництва. Для них потрібні багато з тих же чинників, що і для людей:

— прийнятний температурний режим;
— вентиляція і достатня освітленість;
— обладнання стійл або інших майданчиків постійного утримання відповідних розмірів;
— мати відповідно до норм спеціальні територій для вирощування молодняка.

Повинні бути передбачені території для забою і розбирання, холодильники для зберігання продукції. У деяких випадках підведення комунікацій до сільськогосподарських будівель так само складний, як і для цехів великих підприємств. Питна і технічна вода, електрика, стоки для видалення відходів, іноді і газ для обігріву - все це буде потрібно для нормального функціонування тваринницького комплексу.

Для складів зернових та інших культур пріоритетне значення має мікроклімат, що дозволяє зберігати продукцію тривалий час. Проникнення вологи і снігу повинно бути виключено, промерзання сховища - теж. Повинні бути передбачені зручні під'їзні шляхи для навантаження і вивантаження.

Вимоги до будівель по переробці можуть різнитися залежно від призначення. Всі вони повинні забезпечувати санітарно-побутові умови роботи

персоналу, а також - температурний і інші режими для надійного функціонування обладнання.

При проектуванні враховуються всі нюанси: від габаритів стійла до системи подачі корму і води. Кожне внутрішнє приміщення розробляється окремо і потім «компонується» в загальні габарити будівлі.

Використання земельного фонду передбачає, що стадіями реалізації проекту будівництва є: постановка технічного завдання; розробка і узгодження проекту; підготовка майданчика; будівельні роботи; монтаж обладнання та іншої «оснащення» приміщень; здача об'єкта в експлуатацію.

Якість виконання робіт на кожній стадії надзвичайно важлива, тому зведення сільськогосподарських будівель контролюється згідно з чинним законодавством та відповідними фахівцями з досвідом подібних робіт.

Таким чином, для будівництва в аграрному господарстві, які враховують вимоги до будівництва згідно з існуючими нормами, перераховані основні функції сільського будівництва; докладно розкрита інформація щодо об'єктів, в яких знаходиться тваринницькі комплекси; розглянуті нюанси проектування приміщень, а також стадії самого процесу.

Дана інформація розкрита згідно Земельного кодексу України; Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності» (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2011, № 34.

УДК 694.1:699.812.3

ВОГНЕЗАХИСНІ ПОКРИТТЯ ДЛЯ ДЕРЕВ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ

О. А. ФЕСЕНКО, к.т.н., ст.викл.,
І. Ю. ЩЕРБИНА, студ.
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: oleg_for@ukr.net

Деревина є одним із найдавніших конструкційних матеріалів. Завдяки доступності, простоті обробки, естетичності, довговічності, при правильному догляді, деревина наразі продовжує застосовуватися як конструкційний, так і оздоблювальний матеріал.

Одним із основних недоліків деревини як конструкційного матеріалу є горючість зокрема, і висока пожежонебезпечність взагалі. Конструкції з деревини є не лише вразливими до вогневого впливу пожежі, але й можуть сприяти її поширенню полум'я на інші конструкції. Горючість деревини і здатність поширювати полум'я є наразі основними перешкодами для ширшого застосування деревини як конструкційного матеріалу в Україні.

Дерев'яні конструкції потребують застосування вогнезахисту – матеріалів або їх сполук, що наносяться на конструктивний елемент для підвищення його

вогнестійкості. Зокрема, згідно з вимогами ДБН В.1.1-7:2016 дерев'яні елементи горищних покриттів слід обробляти засобами вогнезахисту, які забезпечують І групу вогнезахисної ефективності згідно з ГОСТ 16363.

На сучасному будівельному ринку існує багато варіантів вогнезахисних засобів (далі – ВЗ) таких як суміші, фарби, штукатурки, штучні вироби або листові (рулонні) матеріали, що за своїми властивостями придатні для вогнезахисту дерев'яних конструкції. Однак при їх застосуванні слід враховувати, що вогнезахисне обробляння дерев'яних конструкцій не зможе у кінцевому підсумку запобігти їх загорянню, його роль – максимально збільшити час протидії конструкції вогневому впливу пожежі та знизити показники пожежної небезпечності матеріалу.

Відповідно до Правил з вогнезахисту, що затверджені Наказом МВС України №1064 від 26 грудня 2018 року, вогнезахист забезпечується послідовним виконанням таких етапів робіт:

- проектування робіт з вогнезахисного обробляння, що здійснюється відповідно до чинного законодавства;
- виконання робіт з вогнезахисного обробляння;
- перевірка відповідності вогнезахисту;
- забезпечення експлуатаційної придатності вогнезахисних покривів (просочувань, облицювань, проходок, екранів);
- відновлення (ремонт), заміна ВЗ, повторний вогнезахист (обробляння).

Згідно з цими Правилами роботи з вогнезахисту (обробляння) здійснюються такими способами:

- вогнезахисне просочування (глибоке чи поверхневе);
- вогнезахисне обробляння (фарбування, штукатурення, обмотування, облицьовування);
- вогнезахисне заповнення.

Спосіб робіт з вогнезахисту визначається залежно від властивостей ВЗ, об'єкта вогнезахисту та умов його експлуатації.

Вогнезахисне просочування деревини

Основною перевагою даного методу є порівняно невисока вартість як самого вогнезахисної споруки, так і робіт з його нанесення. До плюсів можна віднести повну відсутність після обробки на дерев'яних конструкціях грибка, бактерій і цвілі, завдяки наявності у складі антисептиків. Максимальний термін дії подібного просочення становить близько 10 років при обговорених умовах експлуатації (відсутність зовнішніх впливів і критичних температур). До недоліків подібного методу можна віднести можливість появи сольових виступів (при застосуванні сольового водного розчину) на поверхні конструкції, а також неможливість його використовувати на вже пофарбованих лаком або фарбою конструкціях.

Обробляння деревини спеціальним вогнезахисним лаком

Подібний метод досить дієвий при підготовці шляхів евакуації і полягає в захисній обробці конструкцій з дерева, панелей ДСП, МДФ і ДВП. Вогнезахисний лак також використовується для обробки паркетних підлог і

підвісних дерев'яних стель. До переваг вогнезахисту подібного типу відносять досить великий експлуатаційний період, до недоліків – відносно високу вартість матеріалу, а також підвищені вимоги до навичок і досвіду фахівців, що наносять таке покриття. Недостатньо просто нанести лак, необхідно виконувати покриття пошарово, даючи просохнути попередньому шару, а також уникати патьоків, які надають непрезентабельний вигляд обробленого виробу або конструкції. Усі вживані сьогодні типи вогнезахисних лаків мають напівпрозору структуру з матовим, глянсовим або напівглянцевим видом лаку.

Обробка поверхні вогнезахисною фарбою, що спучується

Даний метод досить простий і доступний. Він полягає у звичайному фарбуванні дерев'яних конструкцій пензлем або валиком і дотриманні при цьому товщини шару фарби, що наноситься, яку рекомендує завод-виробник вогнетривкого засобу. До серйозного недоліку подібного способу захисту відносять те, що будь-яка вогнезахисна деревна фарба має білий колір і вкрай важко піддається фарбуванню. Беззаперечною перевагою вогнезахисту є той факт, що саме вогнетривка фарба є однією з найефективніших серед розглянутих видів захисту, при цьому вона впевнено протистоїть навіть відкритому вогню.

Вогнестійкі штукатурки і пасти

До складу вогнестійких штукатурок і паст можуть входити: азбест, деякі види цементу, гіпс, рідке скло, глини, а також волокнисті наповнювачі та інші різні добавки.

При гасінні пожежі водою (або просто в контакті з вологим повітрям) йде зворотна реакція, при цьому продукт гідратації збільшується в об'ємі у 2 рази. Гашене вапно «рве» поверхневий шар, утворюються «дутики», тріщини, які сприяють проникненню вогню всередину конструкції. Сполуки із використанням кварцового піску теж не вогнестійкі. Значно більш ефективними є вогнезахисні сполуки із використанням вермикуліту, перліту, каолінової вати і відповідних складників.

Вогнезахисні пасти і штукатурки наносять на поверхню деревини за допомогою валика, кисті, а також за допомогою розпилювання. Як і у випадках з обробкою поверхонь просоченнями і лакофарбовими матеріалами, перед нанесенням обмазок і паст необхідно найретельнішим чином підготувати поверхню. Навіть незначна наявність пилу погіршить зчеплення сполуки з деревиною. Більшість вогнезахисних паст і обмазок є екологічно чистими і не виділяють токсичних сполук.

Особливості вогнезахисту деревини та матеріалів на її основі є такими:

1. Деревина, що підлягає вогнезахисту, не має містити будь-яких дефектів, грибкових уражень, обвуглення унаслідок механічної обробки, сторонніх включень, покривів, пофарбування та має бути очищена від пилу та бруду.

2. У разі застосування ВЗ, на який згідно з Регламентом визначено показники вологості деревини, проводяться відповідні вимірювання, результати яких оформлюються актом визначення вологості деревини.

3. При просочуванні деревини враховуються її просочувальні властивості. Для важкопросочувальних порід деревини передбачається її попереднє проколювання та/або нанесення додаткових шарів ВЗ.

УДК 624

OPTIMIZATION THE CROSS-SECTION PARAMETERS OF THE PRE-STRESSED ROOF STRUCTURES OF INDUSTRIAL BUILDINGS

Н. О. КОСТИРА, к.т.н., доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: iakos62@ukr.net

By location of tendons and their effect upon the behavior of the structure, pre-stressed trusses may be divided into two main types: first, trusses wherein tendons are located within the limits of the most stressed bars (Fig.1a) to pre-stress these bars only and, second, trusses in which tendons are located throughout or part of the span to pre-stress several or all of the truss bars (Fig.1b through g).

Trusses of the second type allow greater diversification of constructional patterns and are generally more effective.

In trusses of the first type, each bar is stressed in compression by its individual tendon. Static calculation of trusses is performed without taking into account the pre-stress.

Pre-stressed trusses of this type are effective for large both spans and loads only, when each of the pre-stressed bars is an individual prefabricated unit. These bars are pre-stressed in the course of fabrication or during pre-assembly at the erection site. Each of the pre-stressed bars may provide a saving on metal of about 40 to 45%, but the economy of metal as regards the whole of the truss is 8 to 10%, and that of the cost, 6 to 10%. The greater both the span and the load upon the truss, the larger the obtainable economy.

Trusses of this type are more complicated in design, require a greater number of tendon anchorings, and their bars in tension are more labour-consuming to manufacture, but this may not be necessarily a prohibitive factor when industrial fabrication is contemplated.

A simplest pattern of trusses of the second type is obtained when one or several tendons are arranged along the bottom chord in tension (Fig.1b through e). A single tendon pre-stresses several panels of the chord within its length, but the other bars remain unstressed. In large spans, when the forces active in the panels of the bottom chord are of a considerable magnitude, it is good practice to provide two tendons (see Fig.1.c). The middle panels, designed to take up a greater proportion of the load, are then pre-stressed in a manner to obtain a greater relieving effect, — and the material therein is thus used with greater efficiency.

Placement of a tendon along the bottom chord converts the truss into a statically indeterminate system. Therefore, single-span trusses with a single tendon should be calculated as once statically indeterminate systems. The economy of material in these trusses amounts to about 10 to 12%.

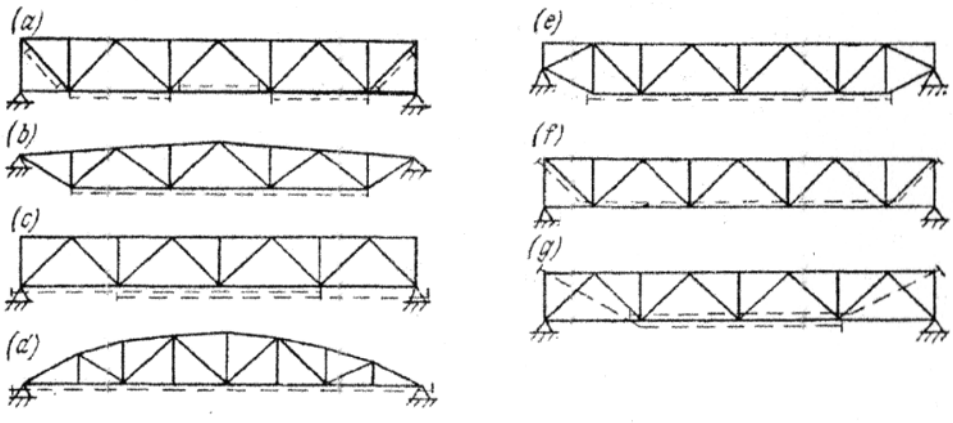


Fig. 1. Trusses with tendons within truss dimensions

A greater economy in terms of mass – of about 12 to 16% – is obtainable by pre-stressing the bottom chord in segmental trusses (see Fig.1, d) in which the mass of the lattice is negligible, that of the bottom chord attains 40 to 50% of the mass of the whole truss, and the force along the bottom chord remains practically invariable.

When a deflected tendon is located within the truss dimension (see Fig.1, f, g), the load-relieving pre-stress is obtained in the bottom chord and in the lattice bars located within the sloped section of the tendon (Fig.2). Compressive forces in the extreme panels of the top chord due to pre-stressing have no tangible effect, if the top chord is of a constant cross section throughout the span.

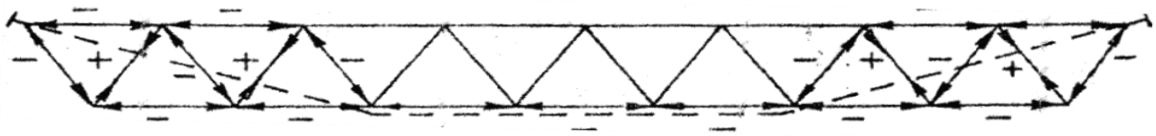


Fig. 2. Signs of pre-stressing forces in truss bars in the course of tensioning the trussing tendons

When multi-stage pre-stressing is begun by tensioning tendon X_1 to a maximum compressive force in the bottom chord, after which a load P_1 is applied, whose value is ultimate as regards the compressive stresses, in the top chord (the tensioning-and-loading cycles then repeating themselves), it is possible in accordance with the relevant formulas to obtain general formulas for determining the values of loading and tensioning forces at any stage:

$$P_i = \frac{1}{C_t}\left(N_b k_1 + N_t\right)\left(k_1 k_2\right)^{i-1} \quad (1)$$

$$X_i = \frac{1}{C_b}\left(N_b k_1 + N_i\right) k_1^{i-2} k_2^{i-1} \quad (2)$$

where ***i*** is the ordinal number of a pre-stressing stage (tensioning or loading).

In formulas (1) and (2) the starting values of ***i*** are respectively unity and two.

For an initial tensioning of the tendon:

$$X_1 = \frac{N_b}{C_b} \qquad (3)$$

It is readily apparent from formulas (2) through (4) that, values P and X are converging functions of coefficients k_1 and k_2 whose magnitudes are less than unity and greater than zero.

The greater the values k_1 and k_2, the slower the convergence of functions of P and X.

Calculate the values of tendon of tensioning forces and of forces due to external load for an arch-type truss (Table 1) subjected to a multi-stage test. First, it is necessary to assume, as for any statically indeterminate system, the cross sections and to determine the load-carrying capacity of bars of the top N_t and the bottom N_b chords (see two first columns in Table 1). The following columns of the table list the forces due to unit tensioning and to unit load.

It is readily apparent from Table 1 that the check bars will be the member f-g of the top chord and the member n-o of the bottom chord, in which C_t=13.57 and C_b=4.34.

Compute coefficients of relief k_1 and k_2 for the check bars:

$$k_1 = 1 - Q_1 = 1 - \frac{4.34 - 2.71}{4.34} = 0.625$$

$$k_2 = 1 - Q_2 = 1 - \frac{13.57 - 5.46}{13.57} = 0.404\,.$$

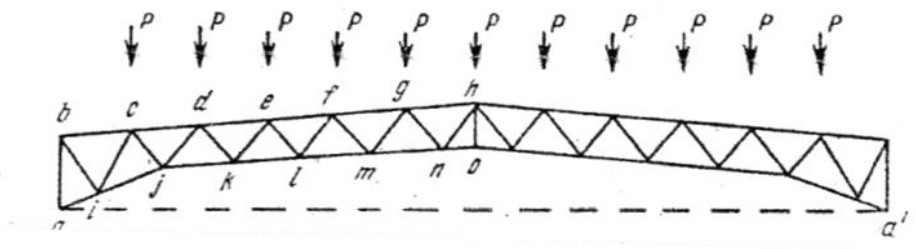
Calculate the tensioning forces from formulas (2) and (3):

$$X_1 = \frac{N_b}{C_b} = \frac{352}{4.34} = 81kN$$

$$X_2 = \frac{1}{4.34}(352 \times 0.625 + 395)\,0.404 = 57\,kN$$

$$X_3 = \frac{1}{4.34}(352 \times 0.625 + 395)\,0.625 \times 0.404 = 14.3\,kN$$

Determination of Check Values of Tensionings and Loadings



Calculate the loads upon a single joint with the aid of formula (2):

$$P_1 = \frac{1}{13.57}(352 \times 0.625 + 395)1 = 45.2\,kN$$

$$P_2 = \frac{1}{13.57}(352 \times 0.625 + 395)\,0.625 \times 0.404 = 11.3\,kN$$

$$P_3 = \frac{1}{13.57}(352 \times 0.625 + 395)\,(0.625 \times 0.404)^2 = 2.9\,kN$$

Table 1

Designation of bars		Capacity of bars in tension mRF, kN	Capacity of bars in compression mRF, kN	Force from unit tensioning of tendon N=1	Forces from unit loads P=1	$X_1 = N_b / C_b = 81 kN$	$P_1 = \frac{395+219}{13.57} = 45.2 kN$	Total force, kN	$X_2 = \frac{352-105}{4.34} = 57 kN$	$P_2 = \frac{154}{13.57} = 11.3 kN$	Total force, kN	$X_3 = \frac{352-290}{4.34} = 14.3 kN$	$P_3 = \frac{39}{13.57} = 2.9 kN$	Final force in bars, kN
Top chords	a-a'	+520	-	+1	+5.71	-81	+268	+349	+57	+64.5	+470.5	+14.3	+16.4	+501.2
	b-c	+483	-395	+0.4	-1.82	+32.4	-82.2	-49.9	+22.8	-20.	-47.7	+5.7	-5.3	-47.3
	c-d	+483	-395	+1.48	-5.41	+120	-244	-124	+84	-62	-101	+21	-15.5	-95.5
	d-e	+483	-395	+1.89	-9.38	+153	-424	-271	+108	-106	-269	+27	-27	-269
	e-f	+483	-395	+2.3	-12.12	+186	-549	-363	+131	-137	-369	-33	-35	-371
	f-g	+483	-395	+2.71	-13.57	+219	-614	-395	+154	-154	-305	+39	-39	-395
	g-h	+483	-395	+3.12	-12.46	+252	-564	-312	+177	-141	-276	+45	-36	-267
Bottom chors	a-i	+584	-548	-1.08	-6.1	-87.5	-279	-366.5	-61.5	-69.6	-497.6	-154	-17.8	-531.8
	i-j	+584	-530	-1.89	-2.45	-153	-110.8	-263.8	-107.8	-27.7	-399.3	-27	-7.1	-433.4
	j-k	+358	-318	-2,7	+2.24	-218	+101	-117	-153	+25	-245	-39	+6	-278
	k-l	+358	-318	-3.11	+4.96	-252	+224	-28	-177	+56	-139	-45	+14	-170
	l-m	+358	-318	-3.52	+7.67	-285	+347	+62	-200	+87	-51	-50	+22	-79
	m-n	+358	-318	-3.93	+7.86	-318	+355	+37	-223	+89	-97	-56	+23	-130
	n-o	+358	-352	-4.34	+5.46	-352	+247	-105	-247	+62	-290	-62	+16	-336

Value p_3 is small, and it is evident that further tensioning and loading stages will be ineffective.

The total load upon the truss joint

$$\Sigma P = 45.2 + 11.3 + 2.9 = 59.4\,kN$$

The ultimate load upon the truss after an infinite number of pre-stressing cycles, as given by formula (5.36), is

$$P_{\lim} = \frac{395 + 0.625 \times 352}{13.57(1 - 0.625 \times 0.404)} = 60.7\,kN$$

It is readily apparent that three loading stages suffice to exhaust fully the limit load-carrying capacity of the truss.

CONCLUSIONS

The use of pre-stress significantly increases the load-bearing capacity of the truss and its rigidity, and therefore allows you to reduce the construction height of the structure and get steel savings of up to 25-30 % compared to the traditional solution. But at the same time, the complexity of manufacturing the farm increases, since the work on pre-tension is transferred to the construction site.

УДК 72.03

ВИДИ СРУКТУРНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Є. А. БАКУЛІН, к.т.н.,доцент,
О. С. БОЧКОВ,студ.
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: : bakuln959@ukr.net

Структурами, або структурними конструкціями, називають просторові стрижневі системи, утворені стрижнями, що з'єднуються у вузлах і розташованими в просторі і строгому геометричному порядку. Такі стрижневі системи прийнято також називати *регулярними.*

Структурні конструкції - це регулярні безлічі окремих геометрично незмінних осередків у вигляді правильних багатогранників. Наприклад тетраедра, куба з діагональними елементами, октаедра, додекаедру і їх похідних. Найпростішу структуру можна створити, взявши плоску ортогональну сітку з квадратними осередками і побудувавши на цих осередках чотиригранні піраміди з ребрами тій же довжини, що і сторони осередків.

Вершини пірамід з'єднуються стрижнями, що утворюють верхню сітку. Отримана структура являє собою плоску плиту, що складається з пірамід - полуоктаедром (рис.1, *а).* Аналогічно можливо побудувати структуру на основі тетраедрів (рис.1, *б).*

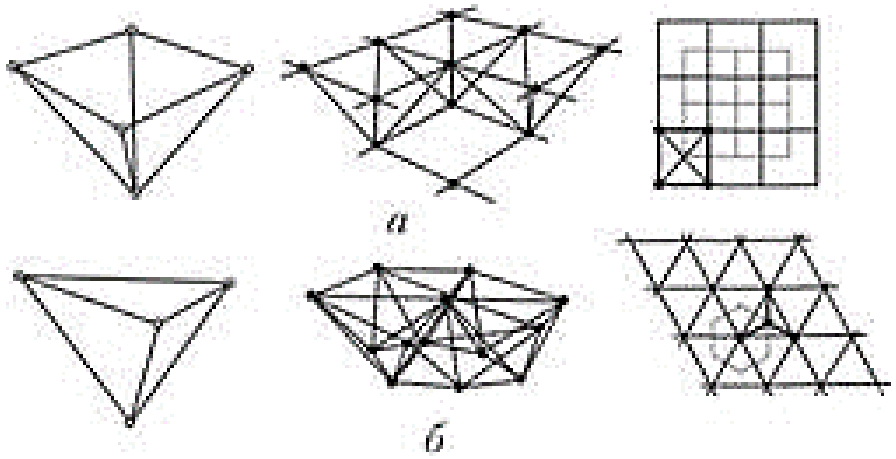


Рис.1. Побудова структур на основі багатогранників:
а - полуоктаедр і структурна плита на його основі; *б* - тетраедр і структурна плита на його основі.

Очевидно, що структурні конструкції далеко не обмежуються плоскими стрижневими плитами. Елементарні комірки можна "надбудовувати" в будь-якому напрямку в просторі. Отже, основою для створення структурних конструкцій є *структурно організований простір.* При проектуванні з цього структурного простору можна виокремлювати бажану архітектурно-конструктивну форму, "відкидаючи" зайві елементи. Різноманіття форм при цьому може обмежуватися лише уявою архітектора, знанням законів структурної організації простору і можливостями вузлових з'єднань.

Основні види структурних конструкцій показані на рис. 2. Всі вони можуть бути утворені з використанням різних типів елементів і решіток.

Класифікація структурних конструкцій зазвичай проводиться за типом геометричних систем, що лежать в їх основі.

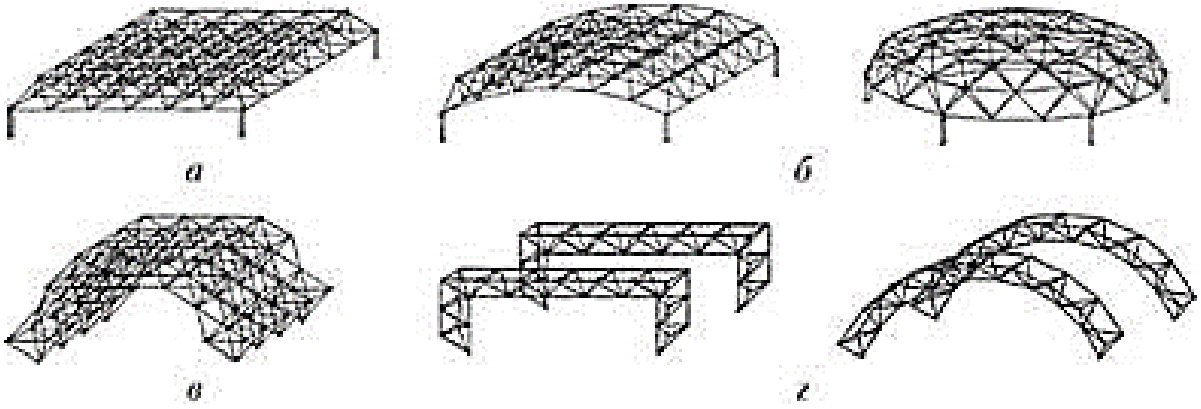


Рис.2. Види структурних конструкцій:
а - плоскі системи; *б* - криволінійні системи; *в* - складчасті системи;
г - лінійні системи

Часто структура описується за типом використаної в ній типової чи авторської конструктивної системи, наприклад система "МАрхИ", або система

"Ніппон Стіл". Такі системи розрізняються за типами стрижневих і вузлових елементів, а також по використаним геометричним схемам.

Класичні структури за характером своєї роботи є багаторазово статично визначити неможливо просторовими фермами, елементи яких працюють тільки на розтяг або стиск. Завдяки високому ступеню статичної невизначеності (наявності надлишкових елементів) структури здатні до перерозподілу зусиль. Розподіл навантаження всередині структури відбувається пропорційна жорсткості елементів, менш жорсткі елементи сприймають меншу частину навантаження. У разі виходу з ладу одного або декількох елементів їх внутрішні поздовжні сили перерозподіляється між суміжними елементами пропорційна їх жорсткості, тому структурні конструкції володіють важливою якістю живучості, тобто здатністю чинити опір прогресуючого руйнування.

Висновок. Найважливішою особливістю структур є уніфікація і типізація їх стрижнів і вузлових елементів. До переваг структурних конструкцій відносяться їх архітектурна виразність і різноманіття просторових форм; підвищена жорсткість; компактність при транспортуванні; швидкість збірки і монтажу; хороша опірність дії рухомих навантажень, наприклад, від підвісних кранів.

Недоліки структурних конструкцій є логічним продовженням їх достоїнств: складність вузлів і їх дорожнеча; високі вимоги до точності виготовлення елементів. Для систем зі звареними вузловими з'єднаннями висока трудомісткість монтажної складання і зварювання вузла.

УДК 624.011.14

ЗАСТОСУВАННЯ ПОПЕРЕЧНО-ШАРУВАТОЇ ДЕРЕВИНИ (CLT) У БУДІВНИЦТВІ

О. А. ФЕСЕНКО, к.т.н., ст.викл.,
О. В. ОБЕЛЕЦЬ, студ.
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: oleg_for@ukr.net

Застосування екологічних матеріалів та технологій для гарантування безпеки життя і здоров'я людини та захисту навколишнього природного середовища є однією із основних вимог Технічного регламенту будівельних виробів, будівель і споруд, що затверджений постановою КМУ №1764 від 20.12.2006 р. Деревина як конструкційний будівельний матеріал цілковито задовольняє ці вимоги.

Технологія поперечно-шаруватої деревини (далі – CLT від англ. cross-laminated timber) вперше була розроблена і використана у Німеччині та Австрії на початку 1990-х рр. До 2000-х років CLT набуло значної популярності

у Європі, використовуючись у різних будівельних системах, таких як односімейне та багатоповерхове житло.

Поперечно-шарувата деревина – це дерев'яні щити, виготовлені шляхом склеювання шарів твердого пиломатеріалу. Кожен шар дошок орієнтований перпендикулярно сусіднім шарам і наклеюється на широкі грані кожної дошки (рис. 1), як правило, симетрично, щоб зовнішні шари мали однакову орієнтацію. Найпоширеніша непарна кількість шарів, але існують також конфігурації
із парною кількістю (які потім розташовуються так, щоб надати симетричну конфігурацію). Звичайна деревина є анізотропним матеріалом, що означає, що фізичні властивості змінюються залежно від напрямку, в якому застосовується сила. Приклеюючи шари деревини під прямим кутом, панель може досягти кращої жорсткості конструкції в обох напрямках.

Рисунок 1 – Зразок поперечно-шаруватої деревини

Виробництво CLT можна розділити на дев'ять етапів: первинний вибір пиломатеріалів, групування пиломатеріалів, стругання пиломатеріалів, різання пиломатеріалів, нанесення клею, укладання панелей, пресування, контроль якості і, нарешті, маркетинг та доставка.

Первинний вибір пиломатеріалів складається з двох-трьох етапів: перевірка вологості, візуальне сортування та іноді, залежно від призначення, конструкційні випробування.

Етап групування забезпечує збір деревини різних категорій. Для будівельного класу CLT деревина, що має кращі структурні властивості, буде використана у внутрішніх шарах панелі CLT, тоді як два крайні шари матимуть вищі естетичні якості.

Крок стругання покращує поверхні деревини. Метою цього є поліпшення характеристик адгезії між шарами. Для вирівнювання поверхонь із верхньої та нижньої граней зрізають приблизно 2,5 мм, із боків зрізають 3,8 мм.

Наступний етап передбачає розрізання деревини до певної довжини залежно від призначення конструкції та потреб клієнта.

Далі здійснюється нанесення клею на поверхню деревини. Нанесення клею відбувається рівномірно із постійною швидкістю, без допущення отворів або включень повітря.

Для склеювання окремих шарів між собою виконується укладання панелей. Процес склеювання виконується шляхом пресування панелей у зборі. Є два типи пресування: вакуумне і гідравлічне. Перевагою вакуумного пресування є можливість тиску більше ніж на одну панель. Перевагою гідравлічного пресування є більше значення тиску.

Останнім етапом є контроль якості панелей. Для покращення зовнішніх поверхонь панелі застосовують шліфувальну машину.

Поперечно-шарувата деревина CLT, як конструкційний матеріал, має такі суттєві переваги:

- гнучкі проектні рішення (може застосовуватися як для стін, так і для плит перекриття);
- екологічність;
- виготовлення конструкцій на заводі;
- теплова ізоляція;
- легкість, що знижує навантаження на фундамент.

Серед недоліків технології виготовлення панелей із поперечно-шаруватої деревини CLT є такі:

- висока вартість виготовлення;
- обмежений досвід використання;
- низькі звукоізоляційні показники.

Наразі найвища у світі будівля із дерев'яних конструкцій зведена із використанням CLT панелей. Будівля розташована у м. Брумунддал, Норвегія. Будівля заввишки 84,5 м, має 18 поверхів. CLT-панелі були використані для сходових клітин, ліфтових шахт та балконів будівлі.

УДК 614.8:631.3

ДОСЛІДЖЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ І ШКІДЛИВИХ ВИРОБНИЧИХ ЧИННИКІВ ТА ПРОФЕСІЙНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ БУДІВЕЛЬНИКІВ

Є. І. МАРЧИШИНА, доцент, канд. с.г. наук
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: marchyshyev@gmail.com

У більшості випадків професійні захворювання, які поширені у будівельній галузі, є результатом впливу на організм будівельників небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

За оцінками Міжнародної організації праці (МОП), на будівельних майданчиках у всьому світі щорічно трапляється 60 тис. нещасних випадків зі

смертельними наслідками. Це означає, що один нещасний випадок зі смертельним результатом відбувається в цьому секторі кожні 10 хвилин.

У промислово розвинених країнах кількість нещасних випадків зі смертельними наслідками у будівництві складає від 25 до 40% від усіх випадків зі смертельними наслідками на виробництві. Європейські дослідники показують, що в середньому близько 16% будівельників піддаються впливу шкідливих хімічних речовин протягом половини робочого часу. Шкідливі хімічні речовини містять фарби, будівельні суміші, паливно-мастильні матеріали, клеї, продукти горіння при проведенні електро- і газозварювання, викидні гази автотранспорту. В умовах будівельного майданчика шкідливі хімічні сполуки часто потрапляють в людський організм через органи дихання, шкіру або шлунково-кишковий тракт.

До професійних захворювань, обумовлених впливом хімічних чинників, відносять гострі та хронічні інтоксикації і їх наслідки, що протікають з ізольованим або поєднаним ураженням різних органів і систем; хвороби шкіри; хронічний токсико-пиловий бронхіт; хронічний професійний бронхіт змішаної етіології; хронічний токсичний (обструктивний) бронхіт. До професійних захворювань, які мають поширення на підприємствах будівельної галузі, зумовлених впливом промислових аерозолів, відносять пневмоконіози, бериліоз, хронічний бронхіт (обструктивний, пиловий, токсико-пиловий) тощо.

Вплив азбесту є особливим канцерогенним фактором ризику для будівельної галузі. Незважаючи на те, що його застосування було заборонено в багатьох країнах, багато будинків все ще містять азбест, і будівельники ризикують зазнати впливу азбесту під час робіт з реконструкції або демонтажу будівель.

У світовому масштабі силікоз і пневмоконіоз широко поширені серед будівельників. Рівень забруднення повітря робочої зони будівельних об'єктів промисловими аерозолями залишається високим.

За даними МОП, ГДК взятих проб повітря робочої зони перевищуються в середньому у 24 - 28%. Крім того, пари та гази, що містять речовини 1-го і 2-го класів небезпеки, перевищують допустимі концентрації в середньому у 31 - 32% взятих проб. Високі рівні профзахворюваності, обумовленої шкідливою дією промислових аерозолів, також реєструються на підприємствах з виробництва будівельних матеріалів.

Широке поширення у будівельній галузі отримали різноманітні форми пневмоконіозу. Пневмоконіоз - це професійне захворювання, що викликається тривалим вдиханням промислового пилу і характеризується хронічним дифузним асептичним запаленням легенів. Це пов'язано з тим, що до теперішнього часу на підприємствах є ще значна кількість виробничих процесів, що супроводжуються утворенням і виділенням пилу. Найбільше фіброгенну дію проявляє пил, що містить вільний діоксид кремнію. Бронхіт пилової етіології характеризується дифузним запаленням слизової оболонки трахеї бронхів, які виникають у працівників, на яких тривалий час впливають промислові аерозолі у підвищених концентраціях. Пиловий бронхіт

реєструється у робітників, які тривалий час (10 років і більше) контактують з промисловими аерозолями, ГДК яких у повітрі робочої зони перевищують від 2 - 4 до 10 разів і більше.

Вплив промислових аерозолей нерідко ускладнюють інші несприятливі виробничі чинники, що є на будівельних майданчиках - несприятливий мікроклімат, важка фізична праця.

Окремо слід розглядати алергічні (кон'юнктивіт, риніт, ринофарингіт, риносинусит, бронхіальна астма, екзогенний алергічний альвеоліт, дерматит, екзема, набряк Квінке, кропив'янка, анафілактичний шок) та онкологічні захворювання професійної природи (пухлини шкіри, порожнини рота і органів дихання, печінки і сечового міхура, рак шлунку, лейкози, пухлини кісток).

За даними МОП в Великобританії, наприклад, встановлено, що 10% мулярів залишають роботу в будівництві через алергічний дерматит, викликаний роботою з цементом. Провідними нозологічними формами в цій групі захворювань є бронхіальна астма та професійна екзема.

Значна кількість професійних захворювань, характерних для робочих місць будівельної галузі, обумовлених шкідливою дією фізичних факторів, представлена такими поширеними патологіями, як нейросенсорна туговухість, вібраційна хвороба, вегетативно-сенсорна або сенсомоторна полінейропатія рук, електрофтальмія, катаракта, неврити, вегетосудинна дистонія, астенічний, астено-вегетативний, гіпоталамічні синдроми, перегрів (тепловий удар, судорожний стан), хронічний перегрів (вегетативно-судинна дисфункція перманентного і пароксизмального перебігу), облітеруючий ендартеріїт, вегетативно-сенсорна поліневропатія, поліорадикулоневропатія.

Проведення будівельно-монтажних робіт ведуть до розширення кола робітників, що піддаються впливу такого виробничого фактора, як шум. Виробничий шум чинить негативний вплив на весь організм людини і особливо на органи слуху. Під впливом шуму розвивається нейросенсорна туговухість. Дане захворювання є провідною нозологічною формою в групі професійних захворювань, обумовлених дією фізичних факторів.

Другим за значимістю джерелом професійної патології у групі фізичних виробничих чинників є вібрація. Загальна вібрація передається через опорні поверхні на тіло людини, яка сидить або стоїть, локальна - через руки людини. Локальна вібрація - це один з найпоширеніших в будівельній галузі шкідливих виробничих чинників. Джерела вібрації - ручні машини, органи ручного управління, оброблювані деталі, при роботі з якими виникають вібрації, що передаються на руки. Це рубальні, клепальні і відбійні молотки, перфоратори, шліфувальні машини, дрилі, гайковерти, бензомоторні пили тощо.

Шкідливому впливу загальної вібрації підпадають мільйони робітників, зайнятих у будівництві. До них відносяться оператори і машиністи самохідних та причіпних машин (екскаваторів, бульдозерів, підйомних кранів), а також водії вантажних автомобілів. Профзахворюваність, обумовлена впливом загальної вібрації, за даними МОП, становить близько 15% від усієї вібраційної патології.

Окремо слід розглянути професійні захворювання працівників будівельної галузі, зумовлені впливом фізичних перевантажень і перенапруженням окремих органів і систем. До переліку таких захворювань входять координаторні неврози, хвороби периферичної нервової системи та опорно-рухового апарату (моно- і поліневропатії, нейропатії, шийні і попереково-крижові радикулопатії, хронічні міофібрози, епікондільози плеча, плечолопатковий периартроз, бурсити); виражене варикозне розширення вен на ногах; захворювання, викликані перенапруженням голосового апарату (хронічний ларингіт, вузлики голосових складок, фонастенія).

Болі у спині і кістково-м'язові порушення широко поширені у будівельній галузі. Передбачається, що в деяких країнах, за даними МОП, близько 30% всіх будівельників страждає від болів у спині або інших кістково-м'язових порушень.

Професійні ризики травмування будівельників пов'язані зі специфікою роботи, включаючи висотні види робіт (падіння з дахів, будівельних лісів, сходів), земляні роботи (обвалення траншей, експлуатація землерийно-транспортних машин), застосування підйомних механізмів (кранів і будівельних лебідок), використання електрообладнання та ручних інструментів, а також транспортних засобів на будівельному майданчику. Будівельні майданчики часто знаходяться в безладді, захаращені, що сприяє виникненню аварійних ситуацій.

Роботодавці повинні створити умови праці для працівників галузі, щоб знизити рівень травматизму і професійних захворювань будівельників відповідно до вимог «Мінімальних вимог з охорони праці на тимчасових або мобільних будівельних майданчиках», 2017 р.

Список використаних джерел

1. Войналович О.В., Марчишина Є. І., Кофто Д. Г. Охорона праці у галузі (автомобільний транспорт). К: Центр учбової літератури, 2018. 695 с.

2. Войналович О. В., Марчишина Є. І., Білько Т.О. Охорона праці у сільському господарстві. К: Центр навчальної літератури, 2017. 691 с.

УДК 693

ПРОБЛЕМИ ПРОЄКТУВАННЯ СХОВИЩ НОВОГО ПОКОЛІННЯ В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ (НА ПРИКЛАДІ СТАЛЕВИХ СИЛОСІВ З ГОФРОВАНОЮ СТІНКОЮ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА)

О. В. ВОЖАКІН, інженер-проєктувальник І категорії,
ФОП «Вожакін О. В.»
В. І. МЕЛЬНИК, кандидат економічних наук, доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Починаючи з 2000-х років в Україні набули широкого розповсюдження циліндричні силоси для зберігання зерна, що виконуються за технологією ЛСТК (легкі сталеві тонкостінні конструкції). Особливістю таких силосів є використання гофрованих листів металу, які з'єднуються між собою масивами болтів. Ці технології прийшли на наш ринок із західних країн. І на сьогодні, не зважаючи на тривалий час використання ЛСТК за будівництва силосів, в Українських будівельних нормах не закріплено методик розрахунку та виготовлення таких конструкцій.

Нині розрахунок несучих елементів металевих силосів регламентує ДБН В.2.6–198:2014 «Сталеві конструкції. Норми проектування». Зазначений документ не показує повною мірою особливостей взаємної роботи металевої гофрованої оболонки силосів та ребер жорсткості, з'єднаних між собою болтовими групами.Також є проблематичним визначення навантажень та їх сполучень від сипучих матеріалів на гофровані стінки силосів. Чинний ДБН В.2.2-8-98 «Підприємства, будівлі і споруди по зберіганню та переробці зерна» не відображає зазначених особливостей та орієнтований більше на проєктування та експлуатацію залізобетонних силосів, які зараз будуються дуже рідко.

Крім зазначених вище проблем за проєктування сталевих силосів із гофрованою стінкою слід також звернути увагу на те, що дуже часто під час будівництва зерносховищ чи підприємств з переробки зерна проєктувальники визначають силоси як обладнання, таким чином знімаючи із себе відповідальність. Це призводить до того, що виробники використовують стандартні проєктні рішення для виготовленні силосів, які часто не враховують показники нормативних природно-кліматичних навантажень того регіону, де вони будуються, або, навіть, розроблені для інших країн, де нормативні снігові та вітрові навантаження значно відрізняються від українських.

Відношення металевих силосів із гофрованою стінкою до технологічного обладнання є можливим за відсутності в нормах чіткого визначення таких силосів, як будівельних конструкцій. Таке нехтування часто призводить до руйнування силосів під час експлуатації.

На сайті Міністерства розвитку громад та територій України опубліковано першу редакцію проєкту ДБН В.2.6-ХХХ:20ХХ «Конструкції силосів сталевих

з гофрованою стінкою для зерна. Основні положення». В разі прийняття ці норми забов'яжуть проєктувальників користуватися виключно імплементованими Єврокодами за розрахунку конструкцій силосів з гофрованою стінкою та визначають ці конструкції саме як будівельні. Це має вирішити основні проблеми, що виникають під час зведення таких конструкцій, позбавивши можливості недобросовісних виробників маніпулювати або і зовсім нехтувати природно-кліматичними навантаженнями на силоси для зменшення металоємкості та перемозі у тендерах.

В країнах Європейського союзу конструкції силосів з гофрованою стінкою набули популярності значно раніше, ніж в Україні. В Європу ця технологія «прийшла» з ринку Сполучених Штатів Америки і набула великого поширення в 90-х роках минулого сторіччя. Нові технології спорудження силосів вимагали нормативного регулювання, тож в 1999 році в ЄС було прийнято EN 1993-4-1:1999 '"Eurocode 3: Designofsteelstructures - Part 4-1: Silos", які були оновлені в 2007 році, прийняттям EN 1993-4-1:2007"Eurocode 3: Designofsteelstructures - Part 4-1: Silos". Згадані норми імплементовані в Українське нормативне поле прийняттям ДСТУ-Н Б EN 1993-4-1:2012 «Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 4-1. Силоси» та наразі діють паралельно з вітчизняними нормами проєктування.

Наразі методики розрахунку металевих силосів з гофрованою стінкою не врегульовані нормативно, хоч в Україні і прийняті імплементовані Європейські норми, вони не є обов'язковими для використання за проектуваня силосів. Такими прогалинами в нормативній базі часто користуються постачальники, відносячи силоси до обладнання, що дозволяє нехтувати будівельними нормами та створює недобросовісну конкуренцію на ринку.

На сьогодні в розробці знаходиться ДБН В.2.6-ХХХ:20ХХ «Конструкції силосів сталевих з гофрованою стінкою для зерна. Основні положення», який має вирішити основні проблеми регулювання розрахунку та виготовлення металевих силосів з гофрованою стінкою, але він потребує ще певних доопрацювань та часу на прийняття. На думку розробників даного стандарту, ДБН буде прийнято не раніше січня 2022 року. До цього моменту питання розрахунку та монтажу металевих силосів з гофрованою стінкою так і залишатиметься неврегульованим. Також, слід зазначити, що в даний час система органів будівельно-архітектурного нагляду знаходиться в стані перманентного реформування, що вже призвело до певного «хаосу» в будівельній сфері.

Зважаючи на перелічені фактори, учасникам аграрного ринку необхідно ретельніше підходити до вибору підрядних організацій, залучених до проєктування, виготовлення та монтажу металевих силосів з гофрованою стінкою та прописувати в технічному завданні на проєктування вимогу розробки проєктної документації на силоси як на будівельні конструкції відповідно до ДСТУ-Н Б EN 1993-4-1:2012 «Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 4-1. Силоси». Це допоможе відсіяти недобросовісних учасників ринку та захистити інвестиції замовника будівництва.

Список використаних джерел

1. Перша редакція проєкту ДБН В.2.6-ХХХ:20ХХ «Конструкції силосів сталевих з гофрованою стінкою для зерна. Основні положення». [Електронний ресурс] / Режим доступу: https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2020/12/dbn-sylosy-stalevi.pdf
2. Перша редакція ДБН «Конструкції силосів сталевих з гофрованою стінкою для зерна» [Електронний ресурс] / Режим доступу: https://ne-np.facebook.com/UkrainianSteelConstructionCenter/videos/3125704390990117/

УДК 725

СКІНЧЕННО-ЕЛЕМЕНТНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СУМІСНОЇ РОБОТИ СТАЛЕВИХ БАЛОК ПЕРЕКРИТТЯ ІЗ ЗАЛІЗОБЕТОННИМИ РЕБРИСТИМИ ПЛИТАМИ

Є. А. ДМИТРЕНКО, к.т.н., старший викладач,
М. В. ЛАВРИНОВИЧ, студент
E-mail: zdmitrenko26@gmail.com

Загальновідомим є те, що розрахунки сталевих балкових конструкцій за традиційними розрахунковими методиками окремо від конструкцій каркасу будівлі, зокрема плит покриття і перекриття, по-перше, відображають дійсну роботу конструкцій достатньо наближено, а по-друге, призводять до отримання перерізів елементів із значним запасом міцності і жорсткості.

Економічна ефективність від застосування монолітного залізобетону у складі прольотних металевих конструкцій, що складаються із зварних або прокатних двотаврових балок вже давно підтверджена практикою їх застосування в мостобудуванні і зведенні перекриттів багатоповерхових громадських будівель. Досвід застосування збірних залізобетонних плит з урахуванням їх спільної роботи зі сталевими балками перекриттів, як сталезалізобетонних конструкцій в літературних джерелах висвітлюється мало.

Тому подальше дослідження сумісної роботи балочних конструкцій із диском покриття, що складається із збірних залізобетонних плит є актуальним. Чисельні дослідження цієї задачі на базі методу скінченних елементів у сучасних розрахункових САПР міцнісного аналізу представляють особливий інтерес та надають можливість отримання всіх необхідних характеристик, які потім можна буде перевірити шляхом проведення фізичного експерименту.

При дослідженні сумісної роботи прокатних балок із диском перекриття із збірних ребристих плит одним із варіантів моделювання може бути наступний.

Плити перекриття і полки балок у розрахунковій моделі моделюються універсальними просторовими восьмивузловими ізопараметричними

скінченними елементами типу CE36. Стінка балки - універсальними чотирикутними скінченноелементними оболонками типу CE44, які для забезпечення спільної роботи з полицею заводимо в її межі. Для цього полка балки розбивається по товщині на два скінченних елемента (рис. 1).

Фактичні геометричні розміри поздовжніх, поперечних ребер плит, розміри поперечного перерізу балок приводимо до еквівалентних прямокутних для спрощення процесу моделювання (рис. 2).

Аналогічно наводяться до розрахункових і розбиваються на скінченні елементи перерізи плити на ділянках з полицею і поперечними ребрами з тією лише різницею, що перерізи по полицях плит мають товщину 50мм, а по поперечних ребрах - 200мм.

Бетон шва між плитами по факту (клас C12/15) приймаємо у розрахунковій моделі рівноміцними основному бетону плит - класу C20/25.

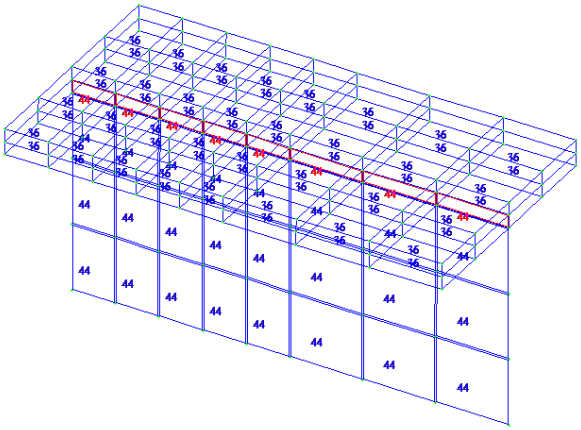


Рис. 1 Анкеровка стінки в полиці балки

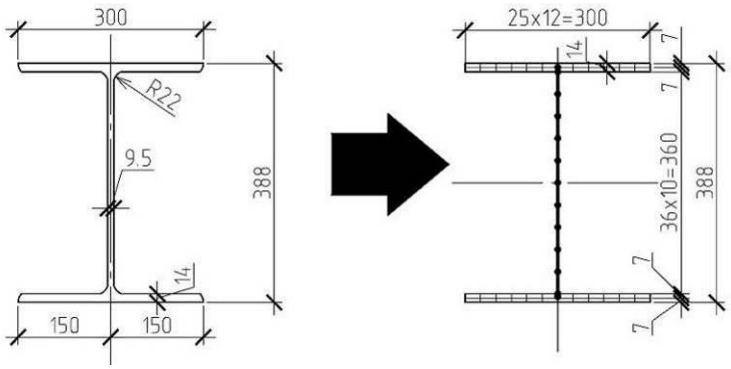


Рис. 2 Приведення фактичних розмірів перерізу балки до розрахункового

Після задавання геометричних характеристик елементів розрахункової схеми задаємо їх жорсткості для полиць балок і плит в цілому - як для об'ємних скінченних елементів, вводячи значення модуля пружності для стали E_{st} = $2{,}06 \cdot 10^5$ МПа і початкового модуля пружності для бетону плит $E_b = 3 \cdot 10^4$ МПа. Також вводяться значення коефіцієнтів Пуассона, рівних 0,2 і 0,3 для бетону плит і сталі балок відповідно.

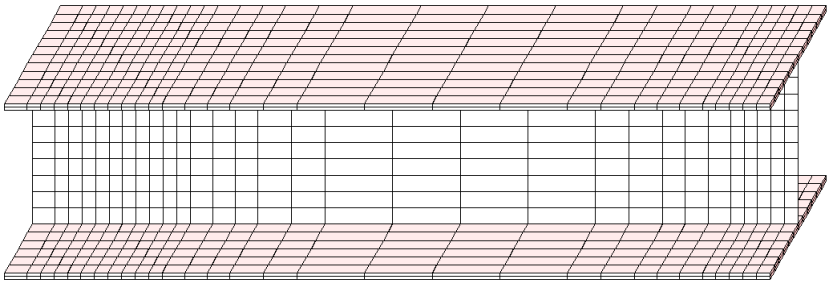


Рис. 3 Розбивка скінченно-елементної сітки по довжині фрагмента балки

Жорсткість стінок балок задається як для сталевого пластинчастого елемента, для якого вводяться значення модуля пружності і коефіцієнта Пуассона, а також задається товщина, яка дорівнює фактичній t = 9.5мм.

Опори балок задаємо в крайніх точках нижніх поясів, зліва - нерухомий шарнір, який забороняє лінійні зміщення вузлів балок за трьома основними напрямками X,Y,Z (рис. 4), а праворуч - лінійно-рухому опору, що перешкоджає зсуву за двома основними напрямками Y, Z.

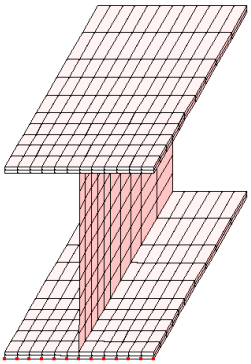
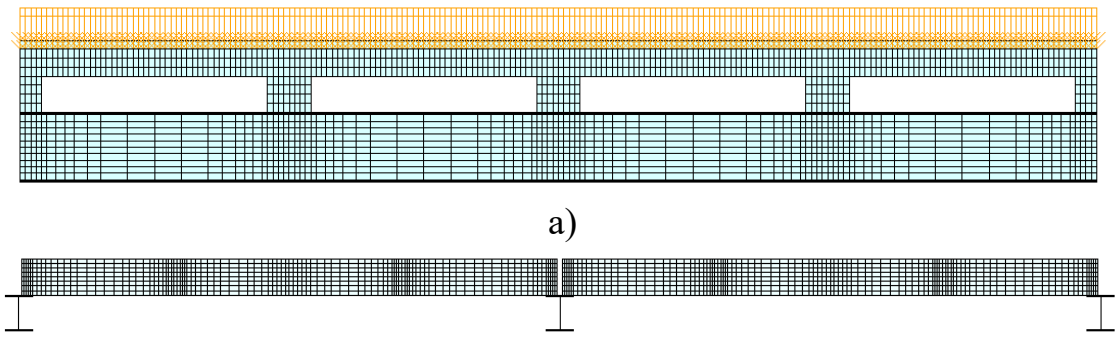


Рис. 4 Ліва частина балки, в якій задаються в якості опор нерухомі шарніри

Навантаження в розрахунковій схемі прикладаємо до верхніх скінченних елементів, що моделюють роботу полки плити (рис. 5).

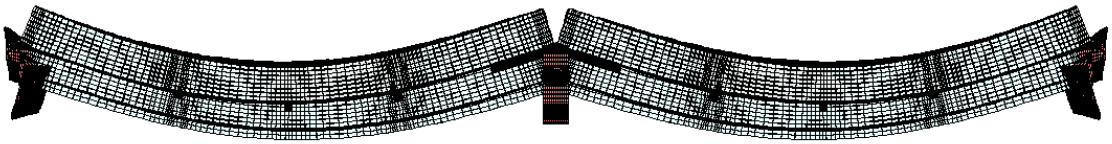


а)

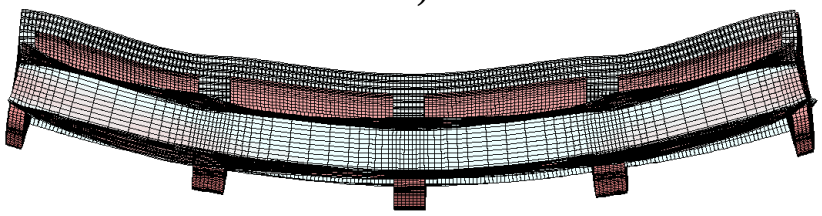
б)

Рис. 5 Схема прикладання навантаження до плит покриття (а) і загальний вид розрахункової схеми перекриття (б)

Після виконання розрахунку в розрахунковому комплексі «ЛІРА САПР 2017» отримаємо наступну деформовану схему перекриття (рис. 6).



а)



б)

Рис. 6 Деформована схема перекриття: а-вид з торця балок; б - вид збоку від балок

Висновки. Даний спосіб моделювання має практичну значущість та може бути застосований при дослідженні ефекту економії матеріалу в балках внаслідок включення ребристих плит у сумісну роботу із ними.

УДК 725

ПОШУК ОПТИМАЛЬНОГО РОЗМІРУ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЗА РОЗРАХУНКУ БЛОКА ПОКРИТТЯ ПРОМИСЛОВОЇ БУДІВЛІ

Є. А. ДМИТРЕНКО, к.т.н., старший викладач,
Б. О. ФЕДЧЕНКО, студент
E-mail: zdmitrenko26@gmail.com

При міцнісних розрахунках будівель та споруд за методом скінченних елементів у сучасних програмних комплексах (ПК «ЛІРА САПР», «SCAD Office», «MicroFe», «Autodesk Robot» та ін.) виникає необхідність визначення оптимальних розмірів скінченних елементів, із яких складається розрахункова схема. Як відомо, це впливає на точність рішення задачі, а також на швидкість розрахунку.

Наведений приклад розрахунку блоку плоских ферм покриття одноповерхової промислової будівлі із урахуванням сумісної роботи із збірними залізобетонними ребристими плитами демонструє характер та особливості цього процесу.

Досліджуваний об'єкт являє собою просторовий блок покриття одноповерхової промислової будівлі з розмірами в плані 24х60м, до складу якого входять три крокв’яні ферми з ухилом верхнього пояса 1,5% по серії 1.460-4 (рис. 1.2). Проліт ферм - 24м, крок - 6м. Висота ферм по геометричним осях - 3000мм.

Опирання ферм на колони - зверху (шарнірне).

Розглянутий блок має горизонтальні зв'язки по нижньому поясу і розтяжки для зменшення коливань нижнього пояса від динамічної дії кранових навантажень. Зв'язки мають хрестову решітку, перерізи зв'язків і розтяжок прийняті із рівнополичного куточків.

У якості прогонів покриття застосовуються збірні залізобетонні ребристі плити по серії 1.465-7 довжиною 6м, шириною 3 м і висотою 0,3 м. Залізобетонні плити приварюються до сталевих накладок, привареним до верхнього поясу ферм мінімум в трьох точках. Поздовжні і поперечні шви замонолічуються дрібнозернистим бетоном класу С12/15.

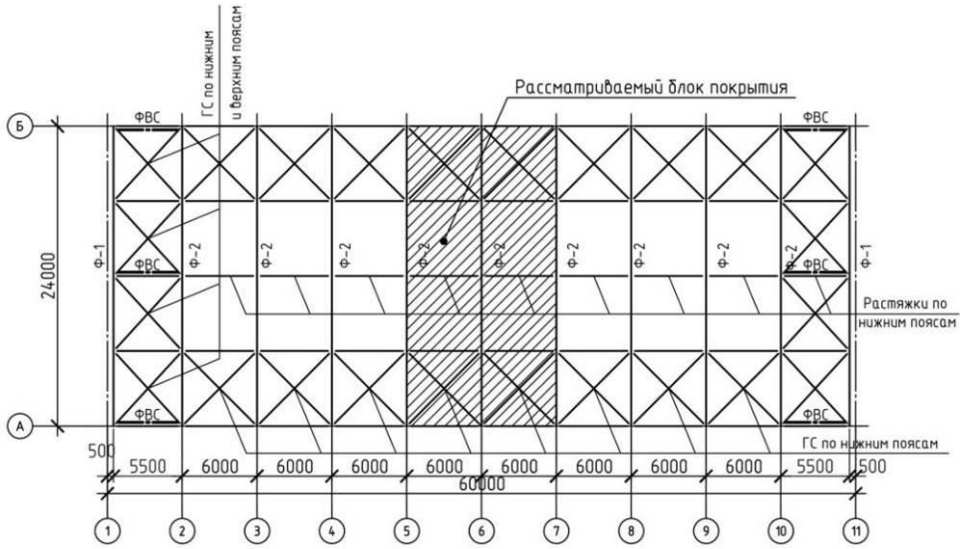


Рис. 1.1 Схема розташування конструкцій покриття

Розрахункова схема досліджуваного блоку покриття у середовищі ПК «ЛІРА САПР» представлена на рис. 1.2

Полка залізобетонних плит в розрахунковій схемі задана універсальними чотирикутними СЕ оболонками - СЕ 44, безпосередньо об'єднаними з верхнім поясом крокв'яних ферм, який, у свою чергу, розбивається на окремі стержні.

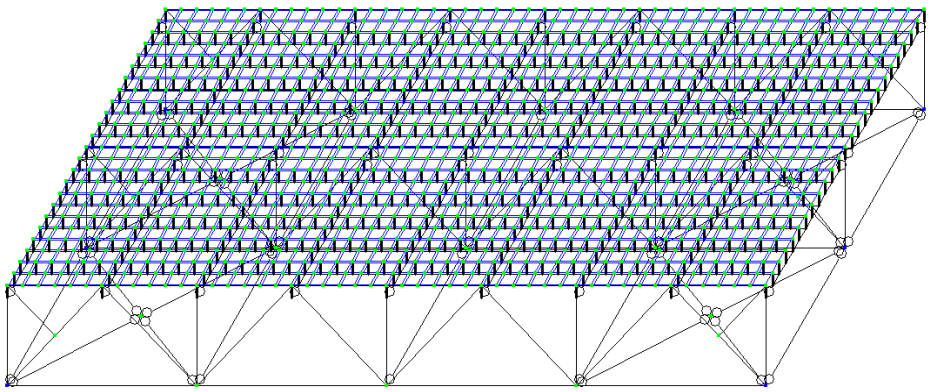


Рис. 1.2 Розрахункова схема блоку покриття з розбивкою полки плити на кінцеві елементи розміром 500х500мм

З метою визначення ступеня впливу розміру скінченних елементів на результати розрахунку зусиль в елементах ферм, а також для отримання

достовірного результату були виконані розрахунки блоку покриття з різними розмірами комірки полки плити.

Послідовно були виконані розрахунки блоку покриття з наступними розмірами комірки скінченноелементної сітки плити:

- сітка із розміром комірки 500х500, кількість вузлів у схемі - 1250;
- сітка із розміром комірки 250х250, кількість вузлів у схемі - 4778;
- сітка із розміром комірки 150х150, кількість вузлів у схемі - 13066;
- сітка із розміром комірки 100х100, кількість вузлів у схемі - 29186;
- сітка із розміром комірки 75х75, кількість вузлів у схемі – 51706.

Критерієм достовірності розрахунку є значення різниці між максимальним зусиллям у верхньому поясі найбільш навантаженої ферми блоку, розрахованою по розглянутій і попередній схемам розрахунку. Значення різниці не повинно перевищувати 3%.

Графік залежності максимального стискаючого зусилля у верхньому поясі найбільш навантаженої кроквяної ферми від розміру скінченно-елементної сітки представлений на рис. 1.3.

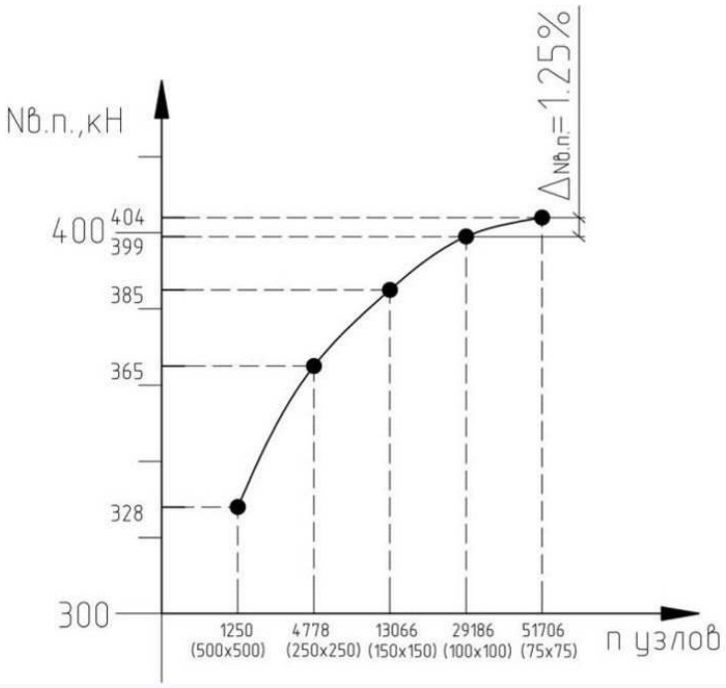


Рис. 1.3 Графік залежності зусилля у верхньому поясі ферми від розбивки сітки скінченних елементів плити

Висновки. Як бачимо з графіка, різниця між зусиллям в верхньому поясі найбільш навантаженої ферми блоку, розрахованою за схемами із сіткою 100х100 і 75х75 не перевищує 3%. Отже, результати розрахунків внутрішніх зусиль за цими схемами можна вважати достовірними.

Приймаємо в якості достовірної розрахункової схеми блоку покриття схему з розмірами комірки сітки скінченних елементів 75х75 мм.

УДК 725

ВИДИ МОДЕЛЕЙ ЗЧЕПЛЕННЯ АРМАТУРИ З БЕТОНОМ ЗА ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Є. А. ДМИТРЕНКО, к.т.н., старший викладач,
В. І. ІЩЕНКО, студент
E-mail: zdmitrenko26@gmail.com

При розробці та впровадженні нових видів арматури, у тому числі, композитної, яка набирає все більшу популярність в наш час, істотне значення мають її характеристики зчеплення з бетоном, які визначають якість взаємодії цих двох матеріалів. Характеристики та особливості процесу зчеплення визначають шляхом проведення фізичних випробувань, визначених нормативними документами. Чисельне моделювання даного процесу, на відміну від фізичного, дозволяє значно швидше та економніше дослідити цей процес та визначити його основні параметри, при умові коректного моделювання. Але при цьому виникають складності, пов’язані перш за все із відносною складністю самого процесу зчеплення та визначення напружено-деформованого стану околоарматурної зони.

Відомо, що взаємодія бетону та арматури, як єдиного цілого відбувається за рахунок трьох факторів:

- механічного зачеплення арматури за бетон, при наявності нерівностей на поверхні арматури;
- тертя між бетоном і арматурою;
- молекулярної взаємодії (адгезії).

Опис складного багатопараметричного процесу взаємодії бетону і композитної арматури характеризує крива залежності «напруження зчеплення - прослизання арматури відносно бетону», або альтернативна залежність «висмикуюча сила - прослизання арматури щодо бетону» (рис. 1). Побудувати таку криву можна використовуючи експериментальний метод висмикування стержня з куба (Pull-out test) згідно ГОСТ 31938-2012 більш відомий, як RILEM/CEB/FIB.

Наразі відомо 7 класів моделей зчеплення бетону і арматури:

- модель ідеального зчеплення арматури і бетону;
- модель із додаванням додаткового шару із зниженим модулем деформації;
- модель із використанням зв'язків кінцевої жорсткості;
- модель із виключенням зруйнованих елементів із роботи;
- модель із урахуванням мікророзтріскування;
- модель пружньо-пошкодженого матеріалу;
- модель з пружньо-пластично-пошкодженого матеріалу.

Найбільшого поширення набули три перших моделі, інші моделі вимагають наявності програмних комплексів високого рівня, таких, як ANSYS, Nastran та ін.

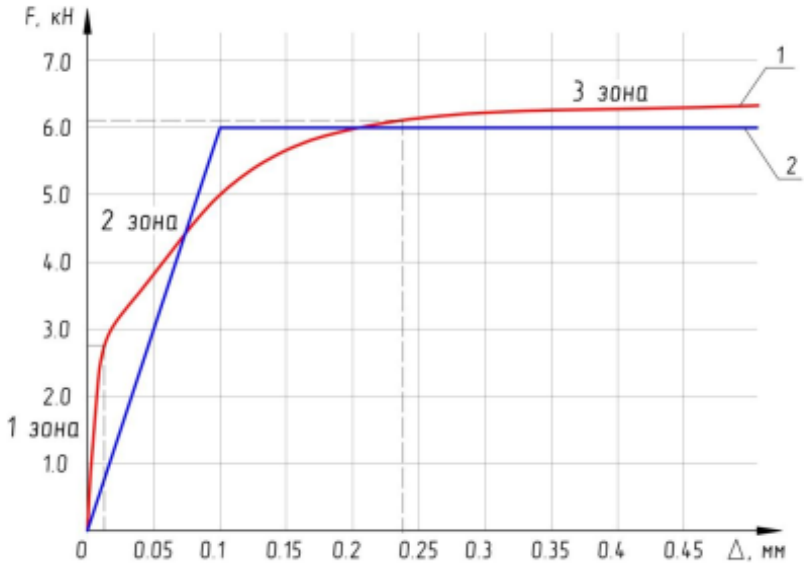


Рис. 1 Графіки залежності переміщення стеклопластикової арматури Δ від висмикуючої сили F, 1 - за результатами випробувань; 2 - для чисельного моделювання

Модель ідеального зчеплення арматури і бетону не враховує відсутності суцільності середовища і мікророзтріскування, однак широко і повсюдно використовується в чисельних розрахунках залізобетонних елементів.

Модель із додаванням додаткового шару зі зниженим початковим модулем деформації, вимагає більш докладної дискретизації розрахункової моделі, а саме застосування об'ємних скінченних елементів з дрібною розбивкою сітки для бетону, арматури і самого граничного шару, що є неприйнятним для розрахунку складних розрахункових схем через великі часові витрати.

Модель, яка базується на використанні зв'язків кінцевої жорсткості, вважається найбільш логічною, а також має найбільшу узгодженість з експериментальними і теоретичними результатами зчеплення металевої арматури з бетоном. Дана модель дозволяє враховувати нелінійні зміщення арматури відносно бетону в процесі руйнування зв'язків зчеплення. Для чисельного опису моделі потрібно вводити додаткові елементи кінцевої жорсткості.

Існують варіанти даної моделі із використанням нелінійних пружин, властивості яких описуються по діаграмах зчеплення арматури з бетоном. Але не в усіх розрахункових комплексах доступний даний тип СЕ, тому існує спрощений варіант моделі, в якій нелінійні пружини замінюються лінійними із граничним зусиллям на розтяг або стиск. Така модель також дає прийнятну узгодженість результатів із експериментом, в ній точність і швидкість обчислення прямо пропорційно залежать від кількості зв'язків скінченної жорсткості.

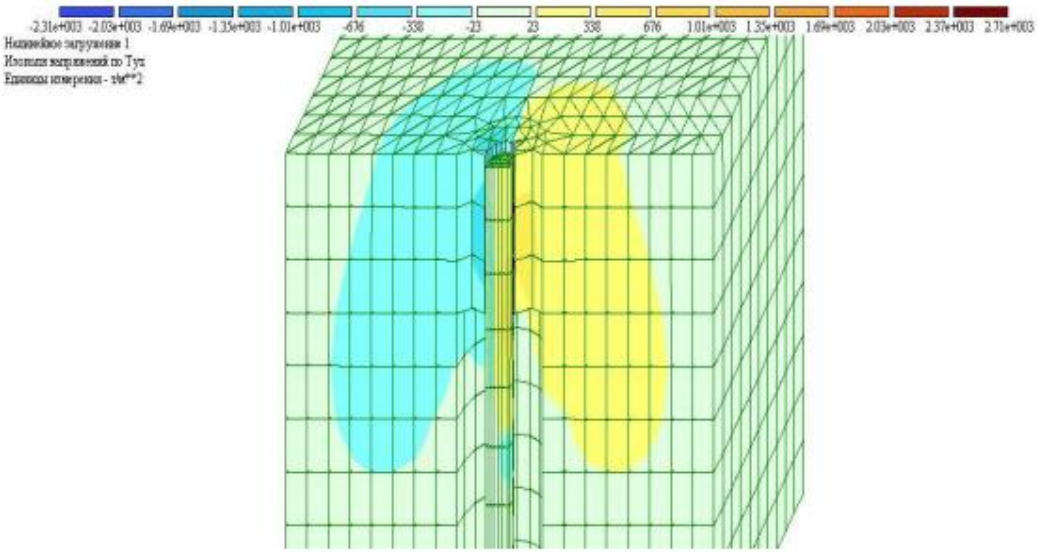


Рис. 3 Фрагмент моделі, яка базується на використанні в’язей кінцевої жорсткості

Висновки. Чисельне моделювання процесу зчеплення арматури з бетоном, перш за все, через відносну складність напружено-деформованого стану околоарматурної зони має багато варіантів і залежить від необхідної точності вирішення задачі і наявного програмного забезпечення.

Чисельна модель на основі лінійних зв'язків із граничною жорсткістю (пружинок), показує прийнятну збіжність із результатами експериментів, але при виконанні кожного конкретного дослідження вимагає вирішення тестових задач для визначення необхідної кількості зв’язків, що моделюють зчеплення арматури з бетоном із необхідною точністю.

УДК 69059(075.8)

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ КОНСТРУКЦІЙ МЕТОДОМ ПРОНИКАЛЬНОЇ РАДІАЦІЇ

В. М. БАКУЛІНА, ст.викл.,
І. А. ГРИЩЕНКО студ.
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: : bakulna88@ukr.net

Досягнення атомної фізики використовуються і в області неруйнівних методів досліджень. Вагомі практичні результати отримано за допомогою так званих "закритих" джерел випромінювання, під якими розуміють радіоізотоп, закритий непроникною оболонкою та не зв'язаний з досліджуваним матеріалом.

Одним із методів визначення технічного стану конструкцій при випробуваннях є метод проникальної радіації.

При методі проникальної радіації, в якому застосовують потік фотонів, що здатний проникати крізь товщу матеріалу, і які відносяться до рентгенівського та гамма-випромінювань.

Випромінювання, що проникає крізь бетон, повітря, воду, арматуру тощо, є проникальною радіацією, взаємодіє з атомами матеріалу, який знаходиться на шляху, і частково поглинається ними або розсіюється. Взаємодія між випромінюванням та атомами матеріалу тим більша, що щільніший матеріал.

На цьому простому принципі, аналогічно розповсюдженню світла в непрозорих тілах, базується метод радіаційної дефектоскопі, (визначення ступенів корозії та ущільнення бетону, товщини, діаметра, профілю, розташування арматури в бетоні та ін).

Рентгенівське та гамма-випромінювання, подібно радіохвилям та світлу мають спільну природу - вони електромагнітні і відрізняються лише частотою коливань. Що коротша довжина хвилі, то більша енергія випромінювання, а відповідно, проникальна здатність.

Для отримання рентгенівських променів використовують *рентгенівські трубки* зі значною енергією випромінювання. Для менш потужних випромінювань - *бетатрон* (індукційний прискорювач електронів). В останній час широко вживають лінійні прискорювачі електростатичної дії та прискорювачі з хвилею, що біжить. *Мікротрон* - резонансний циклічний прискорювач. Це малогабаритні джерела випромінювання.

Інтенсивність рентгенівських променів зменшується зі збільшенням товщини перешкоди, а також за наявності щільніших включень у тілі. Присутність пустот рівноцінна зменшенню товщини перепони.

Під час використання радіаційних випромінювань можливі два способи просвічування: наскрізний (рис. 1, а), коли можливий двосторонній доступ до конструкції, й розсіяний (рис. 1, б), який базується на реєстрації інтенсивності випромінювання, що розсіюється матеріалом.

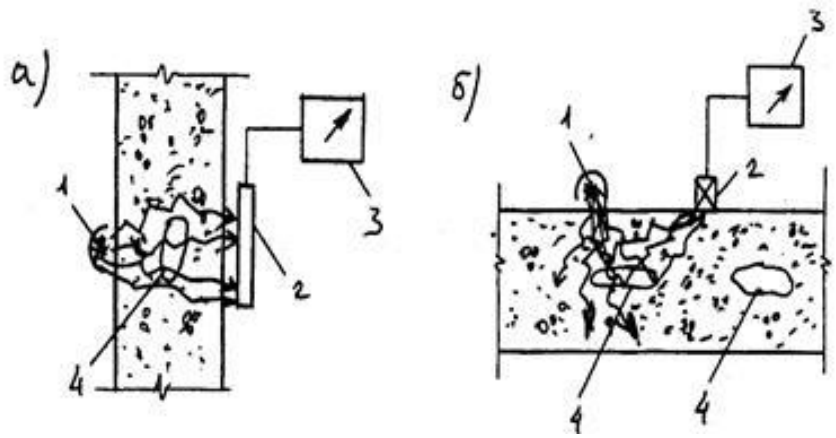


Рис. 2. Способи дефектоскопії: *а* - при двосторонньому доступі до конструкції; *б* - при односторонньому доступі до конструкції; *1* - джерело випромінювання; *2* - детектор; *3* - прилад, що реєструє випромінювання; *4* – дефекти

Просвічування дає також можливість виявити внутрішні дефекти пластмаси у вигляді тріщин, раковин тощо а у деревини - сучки, тріщини, місця загнивання.

Під час дефектоскопії неоднорідних матеріалів (у тому числі і бетону) слід мати на увазі, що вони за своєю структурою неоднорідні, тому дефекти доводиться визначати на фоні цієї неоднорідності. В зв'язку з цим у бетонних конструкціях удається визначати дефекти, розміри яких в два-три рази більші від розмірів крупного заповнювача. Необхідно зауважити, що орієнтація однакових дефектів відносно напряму просвічування відчутно впливає на інтенсивність затемнення зображення. Тонкі дефекти, перпендикулярні напряму просвічування, можуть бути не виявленими під час радіаційного контролю. Тому дефекти у вигляді тріщини фіксуються тоді, коли напрям просвічування не відхиляється від напряму розповсюдження (росту) тріщини на кут більше ніж 5°.

УДК 624.131

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ФУНДАМЕНТІВ СІЛЬСЬКИХ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД НА ЛЄСОВИХ ПРОСІДАЮЧИХ ОСНОВАХ

О. В. П'ЯТКОВ, к.т.н., доцент
Київський Національний Університет будівництва і архітектури.
*E-mail:*a.v.pyatkov@gmai.com

Лєсові просідаючі ґрунти покривають близько 70% території України. Фактично кожні 2 із 3 об’єктів споруджується на лєсових основах. Забудова сільської місцевості представлена, як правило, малоповерховими об’єктами житлового, побутового та господарського призначення. На таких об’єктах значна доля витрат ресурсів припадає на влаштування фундаментів, особливо в регіонах із просідаючими ґрунтами.

Відповідно до діючої будівельної класифікації ґрунтів лєсові просідаючи відносять до особливих. Лєси, лєсовидні супіски, суглинки і глини а також, в окремих випадках, пилуваті піски з високою структурною міцністю мають властивості просідання.

Особливості просідаючих ґрунтів полягає в тому, що в напруженому стані, при замочуванні, вони проявляють додаткові осідання, які називають просіданням.

Просідаючі властивості цих ґрунтів формуються під впливом генезису і умов існування товщ, вони знаходяться в недоущільненому стані. Але при зволоженні і збільшенні навантаження можливе додаткове ущільнення — просідання.

Просідання ґрунтів характеризується відносною просадочністю ε_{sl}, початковим тиском просідання P_{sl}, початковою вологістю просідання W_{sl}.

З багаторічної практики будівництва і аналізу відомо, що понад 78% сільських об'єктів, це споруди з несучими стінами, з рівномірно розподіленим навантаженням, а основним типом фундаментів є стрічкові. Такі фундаменти слід відносити до фундаментів неглибокого закладання і розраховувати за II групою граничних станів, тобто за деформаціями ґрунтової основи в системі "будівля-основа" при цьому повинні виконуватись такі умови: $G_{mf} \leq R$;

$$S \leq S_u,$$

де G_{mf} - середній тиск під підошвою фундаменту;

R - розрахунковий опір ґрунту основи;

S - спільна деформація основи і споруди;

S_u - граничне значення деформації за ДБН.

Якщо основу складено лісовими просідаючими ґрунтами, то величина загальної деформації повинна враховувати і деформації просідання. Тоді $S + S_{sl} \leq S_u$, де S_{sl} - деформація просідання, яка розраховується за методикою ДБН В.2.1-10-2009, ДБН В.2.1-10-2018.

Дослідження показують, що деформації просідання можуть перебільшувати величини осадок лєсових ґрунтів в 4-6 разів, а спільна величина деформації основи, при цьому, може перевищувати допустимі, тобто $S > S_u$.

Таке положення значно звужує можливості раціонального підходу в проектуванні фундаментів споруд на лєсових просідаючих основах, так як потребує збільшення площі фундаментів для зменшення напружень в ґрунтовій основі.

В загальному випадку площа фундаменту неглибокого закладання може бути розрахована за формулою $A = \frac{N \cdot K_e}{R - 20d}$, при цьому значний вплив на проектне рішення при розрахунках фундаментів на лєсових основах має достовірна величина розрахункового опору (R) лєсового просідаючого ґрунту основи. З практики відомі такі підходи:

- R розраховують, з використанням значень характеристик міцності Cі φ для водо насиченого ґрунту;
- R приймають як показник опору для ущільненого ґрунту основи;
- R визначають для основи закріпленої в фізико-хімічний спосіб;

але всі ці підходи не гарантують того, що деформації просідання лєсової основи в подальшому не проявляться.

Разом з тим використання при розрахунках умови $R \leq P_{sl}$ унеможливлює просідання лєсової основи, тобто $S_{sl} = 0$. Таким чином можна значно зменшити величину загальних деформацій основ S, при проектуванні на просідаючих грунтах. Приймаючи до уваги те, що середній діапазон навантажень сільських будинків і споруд складає 30-150 кн/пог.м. Саме такий підхід гарантує нормальну експлуатацію споруди і при можливому замочуванні лєсової основи. Для більш достовірного визначення величин початкового тиску просідання, P_{sl}, кПа необхідно застосувати комплексний підхід при дослідженнях ґрунтів на просідання, корегуючи лабораторні дані результатами польових штампових випробувань.

Дослідження лєсових просідаючих ґрунтів Київської області і впровадження результатів в практику проектування фундаментів сільських споруд показують, що величини розрахункового опору R для природніх лєсових основ можна приймати з умови $R = (1{,}2 \ldots 1{,}3)P_{sl}$, що гарантує роботу лєсової основи по схемі лінійно-деформованого на півпростору.

Такий підхід дозволяє проектувати раціональні фундаменти для сільських будинків і споруд.

Секція 7 «Оцінка довговічності та моніторинг стану технічних систем»

УДК 629.083

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИСОКОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ДИСКРЕТНИХ АВТОМАТИЧНИХ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ЗА РАХУНОК АЛГОРІТМІЧНИХ ЗАХОДІВ

Є. І. КАЛІНІН, доктор технічних наук, професор,
Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка
E-mail: kalininhntusg@gmail.com

Сучасна автоматизація та електронізація колісних транспортних засобів, з метою самодіагностування автомобілів та тракторів [1 – 3], призводить до того, що для забезпечення необхідної ефективності дискретних пристроїв (ДП) необхідні своєчасне попередження, виявлення та усунення їх відмов. Це може бути виконано тільки на підставі результатів їх контролю. Найбільш перспективними є автомати контролю (АК), принцип побудови яких аналогічний дискретним пристроям автоматичного управління.

Теоретичні та експериментальні дослідження, досвід експлуатації ДП свідчать про те, що помилки класифікації при контролі, а отже, і обумовлені ними втрати, як правило, є результатом виникнення нестійких відмов в об’єкті або автоматі перевірки.

Зменшення цих помилок і збільшення ефективності роботи автоматичної системи контролю, що включає об’єкт контролю (ОК) і автомат контролю, можна добиватися за допомогою конструкторсько-технологічних рішень.

Ці рішення пов’язані зі значним ускладненням і подорожчанням АК, оскільки вимагають забезпечення відповідних характеристик безвідмовності і точності роботи його пристроїв. До того ж вони можуть не забезпечити потрібної ефективності.

Інший метод досягнення цієї мети полягає в реалізації алгоритмічних заходів отримання достатньої інформації при перевірці автоматом контролю з певними характеристиками. Ці заходи полягають у отриманні необхідної інформації шляхом кількаразового повторення циклу контролю. Даний метод практично не вимагає додаткового обладнання, дозволяє виключити вплив збоїв у всьому тракті переробки інформації, включаючи ОК і автомат контролю.

Якщо втрати при правильній класифікації стану ОК дорівнюють нулю, при помилковій оцінці працездатного ОК як непрацездатного – R_1, а при помилці протилежного характеру – R_2, то математичне очікування втрат дорівнює

$$M(R) = p\tilde{\omega}_2 R_2 + q\tilde{\omega}_1 R_1,$$

де p і q – відповідно ймовірність працездатності і непрацездатності ОК перед перевіркою;

$\tilde{\omega}_1$ і $\tilde{\omega}_2$ – умовна ймовірність того, що при прийнятому алгоритмі роботи системи непрацездатний ОК оцінюється як працездатний (помилка другого роду) і навпаки (помилка першого роду); для одноразового циклу контролю ці характеристики системи позначаються відповідно ω_1 і ω_2.

Характеристики системи ω_1 і ω_2 залежать від ймовірності виникнення за час перевірки в ОК нестійкої відмови, імовірності виникнення помилок вимірювання і оцінок, а також збоїв в АК та глибини контролю реалізованого методу перевірки.

В АК повинен бути реалізований алгоритм, що забезпечує мінімум математичного очікування втрат. При $R_1 = R_2 = R$ цей критерій зводиться до критерію мінімуму недостовірності контролю. Недостовірність контролю оцінюється співвідношенням $Q = p\tilde{\omega}_2 + q\tilde{\omega}_1$, а ймовірність пропуску непрацездатності дорівнює $q_{пн} = q\tilde{\omega}_1$ і не повинна перевищувати допустимого значення.

Нехай, ОК піддається перевірці n раз. Він оцінюється працездатним, якщо він визнаний таким не менш m раз, $m \le n$. Тоді

$$\tilde{\omega}_1 = \sum_{i=m}^{n} C_n^i \omega_1^i (1-\omega_1)^{n-i}; \qquad (1)$$

$$\tilde{\omega}_2 = \sum_{i=0}^{m-1} C_n^i \omega_2^{n-i} (1-\omega_2)^i. \qquad (2)$$

При даному n математичне очікування втрат буде мінімальним, якщо m дорівнює найближчому цілому значенню C; $m = \{C\}$, де

$$C = \frac{1}{2} \frac{\log \frac{1}{\Lambda_0^2} \frac{\omega_1 \omega_2^{2n+1}}{(1-\omega_2)(1-\omega_1)^{2n+1}}}{\log \frac{\omega_1 \omega_2}{(1-\omega_1)(1-\omega_2)}}, \qquad (3)$$

$$\Lambda_0 = \frac{R_2 p}{R_1 q}. \qquad (4)$$

Найбільша невизначеність у результатах контролю буде при $\omega_1 = \omega_2 = \omega$. Для цього випадку

$$C = \frac{1}{2} \frac{\log \frac{1}{\Lambda_0} \frac{\omega^{n+1}}{(1-\omega)^{n+1}}}{\log \frac{\omega}{1-\omega}} = \frac{1}{2} \left[n + 1 - \frac{\log \Lambda_0}{\log \frac{\omega}{1-\omega}} \right], \qquad (5)$$

Змінюючи в широких межах величину Λ_0, легко отримати оптимальні значення m для різних функцій втрат. Аналіз кількісних результатів показує, що при $R_1 = R_2$ для переважної більшості практичних випадків недостовірність контролю $Q^{(m-n)}$ мінімальна при $n=1$, $m=1$; $n=2$, $m=1$; $n=3$, $m=2$. Від

значення n залежать абсолютні величини $Q_{\min}^{m-n}$ і $M(R)_{\min}$. Воно вибирається по заданим допустимим величинам $Q_{доп}$ або $M(R)_{доп}$.

Для випадків, що представляють практичний інтерес, недостовірність контролю має абсолютний мінімум при $n=3$, $m=2$. При цьому вона близька до нуля. Отже, за допомогою алгоритму доцільно передбачати повторення трьох циклів перевірки. Рішення про працездатність ОК приймається, якщо передбачуваний висновок отриманий не менше двох разів з трьох. Цей алгоритм позначимо «2-3».

При постійному числі циклів контролю n отримана інформація може бути надлишковою. Тому невиправданим є ряд циклів перевірок. Якщо ОК критичний до витрат ресурсів і часу перевірки, то перевірку доцільно припиняти як тільки інформація, що отримана, забезпечує необхідну ефективність контролю. Для порівняльної оцінки алгоритмів зі змінним числом циклів перевірок слід використовувати як раніше зазначені критерії, так і математичне очікування N числа циклів отримання достовірної інформації для висновку про дійсний стан ОК. Дослідження показали, що з алгоритмів, які відносяться до даного класу, оптимальними є наступні:

1. Висновок про стан ОК робиться за двома результатами, що збігаються, при максимальній кількості циклів перевірок, що дорівнює трьом. Цей алгоритм позначимо 2/3.

2. Якщо перший цикл контролю дав результат «Норма», то робиться висновок про працездатність ОК. При отриманні першого результату «Не норма» проводиться другий цикл контролю. Якщо і в ньому отриманий такий же результат, то приймається рішення про непрацездатність ОК. При отриманні результату «Норма» проводиться вже третій цикл контролю, по результату якого і приймається остаточне рішення. Цей алгоритм позначимо «І1-Н 2/3».

Дослідження показали, що на підставі критерію ймовірності пропуску непрацездатного ОК кращими є алгоритми «2-3» і «2/3». Відповідно до критерію недостовірності контролю найкращим є алгоритм «2/3». Однак при $p \geq 0{,}80$ і $\omega_2 \leq 0{,}10$ значення цих критеріїв для алгоритмів «2/3» і «І1-Н 2/3»відрізняються незначно.

Список використаних джерел

1. Migal V., Lebedev A., Shuliak M., Kalinin E., Arhun S. & Korohodskyi V. (2020). Reducing the vibration of bearing units of electric vehicle asynchronous traction motors. Journal of Vibration and Control. 120-127

2. Rebrov, O., Kozhushko, A., Kalchenko, B., Mamontov, A., Zakovorotniy, A., Kalinin, E., Holovina, E. (2020). Mathematical model of diesel engine characteristics for determining the performance of traction dynamics of wheel-type tractor. EUREKA: Physics and Engineering, 4, 90–100.

3. Shulyak, M. (2019) Selecting a rational operation mode of mobile power unit using measuring and control complex. CEUR Workshop Proceedings, vol. 1, 141-151.

УДК 006.91:621

НАДІЙНІСТЬ І БЕЗПЕКА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

К. ПУНДИК, студент* факультету конструювання та дизайну
В. І. МЕЛЬНИК, кандидат економічних наук, доцент кафедри надійності техніки
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Інформаційна безпека передбачає захист систем обробки й зберігання даних, при цьому забезпечується конфіденційність, цілісність і доступність інформації, що використовується у сферах розвитку комплексу заходів, інтересів громадян, заснованих на захисті інформації осіб, суспільства і державних установ від несанкціонованих атак, задля використання, опублікування, різного роду руйнування та змін, перевірок, ознайомленні і навіть знищення інформації [1].

Наразі у світі функціонує досить значна кількість програм секретного електронного спостереження та збору інформації. Основний вклад зробив Едвард Сноуден, оприлюднивши у 2013 р. секретні матеріали, що до програми PRISM «Planning Tool for Resource Integration, Synchronization, and Management – засіб планування для інтеграції, синхронізації і управління даними використовується АНБ з 2007 року, раніше мала кодову назву US-984XN» [2].

За словами Едварда Сноудена, PRISM дозволяє Агентству переглядати електронну пошту, прослуховувати голосові і відеочати, переглядати фотографії, відео, відстежувати пересланні файли, дізнаватися інші подробиці з соціальних мереж. У програмі PRISM беруть участь Microsoft (Hotmail), Google (Gmail), Yahoo!, Facebook, YouTube (належить Google), Skype (належить Microsoft), AOL, Apple и Paltalk [3].

Системи слідкування не є тільки державними, комерційні компанії також беруть участь у шпигунстві кластерного класу. Підрозділ корпорації Boing володіє компанією Narus, що використовує суперкомп'ютерну систему для прослуховування та аналізу даних мережевого трафіку в інтернеті. Система являє собою велику кількість об'єднаних в кластер комп'ютерів, які встановлені в ЦОД провайдерів Інтернета в США і ряді інших країн. Як допоміжні вузли постачання даних для NarusInsight в США використовується система Carnivore. Carnivore (з англ. «хижий») або DSC1000 – автоматична система шпигунства для прослуховування інформації з Web-сайтів, аналізу баз даних на Web-сайтах, а також для розкриття і аналізу електронної пошти». Оператором системи в США є ФБР, користувачами усі федеральні агентства США [4].

З повним переліком програм комп'ютерного стеження і радіоелектронної розвідки за країнами, можна ознайомитись за наведеним посиланням [5].

*Науковий керівник – кандидат економічних наук., доцент В. І. Мельник

Ці проблеми у сфері надійності інформаційних систем, спонукали створенню інструментів та основних правил безпечного, а отже і анонімного користування комп'ютером та виходу в мережу Інтернет.

У 1991 р. Лінус Торвальдс створив ядро для нині популярної та вільної операційної системи Лінукс. Ця система складається з цілковито вільного програмного забезпечення. Це означає, що кожен має можливість керувати та бути впевненим в безпеці будь-якого процесу операційної системи. Більшість програмного забезпечення GNU та ядро Лінукс та розповсюджується під ліцензією GNU General Public License (GNU GPL) [6].

Метою GNU GPL є надання користувачеві прав на копіювання, зміни й розповсюдження програми та зобов'язань, згідно з якими користувачі всіх похідних від неї програм теж отримають ці права. GPL являється прикладом сильної копілефт-ліцензії, яка вимагає, щоб усі похідні роботи були доступні на тих же умовах, що й оригінал. GPL надає одержувачам комп'ютерної програми права відповідно до визначення вільного програмного забезпечення й використовує копілефт, щоб гарантувати, що ці права будуть збережені навіть тоді, коли робота буде значно змінена чи до неї будуть додані будь-які частини. Це відрізняє її від дóзвільних ліцензій на безплатне програмне забезпечення, прикладом яких є ліцензія BSD або ліцензія Apache [7].

Лінукс має безліч дистрибутивів, найпопулярніші, це Ubuntu від компанії Cannonical та Mint, заснований на пакетній базі Ubuntu, проте він повністю відрізняється підбором застосунків та інтерфейсом. Також були створені доволі потужні дистрибутиви для забезпечення анонімного використання на основі Лінукс, це Тейлс та Кодачі. Кодачі є більш технологічно новітньою системою, ніж Тейлс, має велику кількістю передвстановленого програмного забезпечення, такого як зміна DNS, Proxy, а також безпечного VPN [8] [9] [10][11].

Обидві системи не зберігають жодних даних, їх можна активувати з флеш-носія, а також вони використовують систему забезпечення анонімності TOR, клієнтське програмне забезпечення Tor маршрутизує Інтернет-трафік через всесвітню мережу добровільно встановлених серверів з метою приховування розташування користувача. Окрім того, використання Tor робить складнішим відстежування Інтернет-активності як на рівні вебсайту, так і на рівні Інтернет-провайдера, включаючи відвідування вебсайтів, залишені повідомлення та коментарі на відповідних ресурсах, миттєві повідомлення та інші форми зв'язку, до користувача і призначений для захисту приватності користувача та можливості проведення конфіденційних операцій, приховуючи користувацьку активність в мережі від стороннього моніторингу [12].

Такі відкриті системи, породжують такі ж безпечні та відкриті програми, відкритий софт – GitHub, операційна система для телефонів на основі AOSP – Linage Os, на основі Ubuntu – Ubuntu Touch, магазин мобільних додатків F-Droid, для анонімних пошукових запитів – DuckDuckGo, безпечний месенджер – Briar, крос платформенний менеджер паролей – KeePass та інші [13] [14] [15] [16].

Враховуючи усі ці фактори, можна стверджувати про розвиток та підвищення безпеки і надійності інформаційних систем, які будуть децентралізованими, матимуть open source код, та блокчейн шифрування. Проте світу безпечного обміну та збереженню інформації не вистачає впровадження нових економічних моделей та ліцензій для фінансової стабільності і розвитку цих продуктів [17] [18] [19].

Список використаних джерел

1. Інформаційна безпека [Електронний ресурс]. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B0_%D0%B1%D0%B5%D0%B7%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D0%B0(дата звернення 01.02.2021)

2. PRISM (розвідувальна програма) [Електронний ресурс]. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/PRISM_(%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%B2%D1%96%D0%B4%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B0) (дата звернення 01.02.2021)

3. Едвард Сноуден [Електронний ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BD%D0%BE%D1%83%D0%B4%D0%B5%D0%BD,_%D0%AD%D0%B4%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%B4 (дата звернення 01.02.2021)

4. Narus Insught [Електронний ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/NarusInsight (дата звернення 01.02.2021)

5. Список програм комп’ютерного стеження та радіоелектронної розвідки за країною [Електронний ресурс]. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%B8%D1%81%D0%BE%D0%BA_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%27%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D1%82%D0%B0_%D1%80%D0%B0%D0%B4%D1%96%D0%BE%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%97_%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BA%D0%B8_%D0%B7%D0%B0_%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%BE%D1%8E(дата звернення 01.02.2021)

6. Linux [Електронний ресурс]. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Linux#%D0%9B%D1%96%D0%BD%D1%83%D0%BA%D1%81_%D1%82%D0%B0_%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%94%D0%BA%D1%82_GNU(дата звернення 01.02.2021)

7. GNU General Public License [Електронний ресурс]. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/GNU_General_Public_License(дата звернення 01.02.2021)

8. Linux Mint [Електронний ресурс]. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Linux_Mint (дата звернення 01.02.2021)

9. Linux Ubuntu [Електронний ресурс]. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Ubuntu (дата звернення 01.02.2021)
10. Linux Kodachi [Електронний ресурс]. URL: https://www.digi77.com/linux-kodachi/ (дата звернення 01.02.2021)
11. Linux Tails [Електронний ресурс]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Tails_%28operating_system%29 (дата звернення 01.02.2021)
12. Tor [Електронний ресурс]. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Tor (дата звернення 01.02.2021)
13. Duck Duck Go [Електронний ресурс]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/DuckDuckGo(дата звернення 01.02.2021)
14. Briar [Електронний ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Briar (дата звернення 01.02.2021)
15. AOSP [Електронний ресурс]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Android_(operating_system)#AOSP(дата звернення 01.02.2021)
16. Git Hub [Електронний ресурс]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/GitHub (дата звернення 01.02.2021)
17. Open Source [Електронний ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Open_source (дата звернення 01.02.2021)
18. Децентралізовані додатки [Електронний ресурс]. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/DApps_(%D0%B4%D0%B5%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D1%96_%D0%B4%D0%BE%D0%B4%D0%B0%D1%82%D0%BA%D0%B8) (дата звернення 01.02.2021)
19. Blockchain [Електронний ресурс]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Blockchain (дата звернення 01.02.2021)

УДК 629.083

БЕЗПЕРЕРВНА ДІАГНОСТИКА СТАНУ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ

Є. І. КАЛІНІН, доктор технічних наук, професор,
Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка
E-mail: kalininhntusg@gmail.com

Технічна діагностика зазвичай здійснюється в спеціальному режимі роботи системи, коли на її входи подаються тестові впливи з обов'язковим розривом зворотних зв'язків між елементами. У доповіді розглядається безперервна діагностика динамічних систем, що виконується в робочому режимі без зміни структури і введення спеціальних тестових впливів. Суть

способу діагностики полягає у введенні надмірності в вихідну систему відповідно до методу надлишкових змінних [1].

Досліджується клас лінійних динамічних систем, що допускають безперервну діагностику зазначеним методом.

Будемо вважати, що вихідна динамічна система задовольняє таким умовам: система складається з n елементів з дрібно-раціональними передавальними функціями $W_1(p),...,W_n(p)$, з'єднаних між собою довільним чином; входи і виходи всіх елементів доступні для вимірювання в будь-який момент часу; відмовою будь-якого елементу системи $y_i = W_i(p)x_i$ є перевищення поля допуску похибкою вихідного сигналу $\Delta y_i > \varepsilon$.

Одночасну відмову r блоків будемо називати r-кратною помилкою.

Розглянемо, як здійснюється діагностика одиночних помилок. Для цього сукупність вихідних змінних $y_1,...,y_n$ доповнимо ще двома змінними y_{n+1} і y_{n+2}, обраними таким чином, щоб виконувалися дві лінійні умови:

$$\Delta_1 = \sum_{i=1}^{n+2} m_i y_i = 0; \quad (1)$$

$$\Delta_2 = \sum_{i=1}^{n+2} n_i y_i = 0, \quad (2)$$

де m_i і n_i – числові коефіцієнти.

Не торкаючись поки питання формування додаткових змінних, покажемо, як на підставі рівнянь (1) та (2) можна здійснювати діагностику одиночних помилок.

Введемо в розгляд два вектори – вектор перевірок $\pi = (\pi_1,...,\pi_{n+2})$ і вектор стану системи $S = (S_1,...,S_{n+2})$, складові яких можуть набувати значень 0 або 1. Складова π_j вважається такою, що дорівнює одиниці, якщо із заданою точністю виконується перевірка

$$n_j\Delta_1 - m_j\Delta_2 = 0, \quad (3)$$

в іншому випадку $\pi_j = 0$. Складова S_j вважається рівною нулю, якщо j-й елемент системи справний, і одиниці – за наявності відмови цього блоку.

Метою діагностики є встановлення взаємно однозначної відповідності між цими векторами; цей зв'язок в разі одиночних помилок задається співвідношенням виду:

$$S = \pi. \quad (4)$$

Для доказу (4) покладемо, що несправний елемент з індексом k. Тоді k-а складова вектору S буде дорівнює одиниці, а решта – нулю.

Складові векторе π визначаємо в результаті перевірок (3):

$$n_j\Delta_1 - m_j\Delta_2 = \sum_{i=1}^{n+2}(n_j m_i - m_j n_i)y_i = 0, \ j = 1,2,...n+2. \quad (5)$$

Оскільки змінна y_k виробляється з помилкою, то рівність буде виконано тільки для $j = k$ (при цьому змінна y_k входить в перевірку з нульовою вагою).

Отже, k-а складова вектору π буде дорівнювати одиниці, а решта – нулю, що і доводить (4).

Описана процедура дозволяє здійснювати не тільки визначення елемента, що відмовив, але і автоматичну корекцію спотвореної змінної за формулою виду:

$$y_{jкор} = y_j - \frac{\pi_j \Delta_2}{n_j}. \qquad (6)$$

Отриманий результат допускає узагальнення на випадок відмов довільної кратності. Для діагностики і корекції r-кратних відмов необхідно ввести $k = r + 1$ додаткових змінних, які відповідають k умовам типу (1) та (2).

Звернемося до питання отримання додаткових змінних. З точки зору простоти реалізації було б бажано отримувати їх у вигляді:

$$y_{n+i} = W_{n+i}(p) x_{n+i},\ i = 1,...,k, \qquad (7)$$

де $W_{n+1}(p)$ – передавальна функція додаткової ланки; $x_{n+1} = \sum_{j=1}^{n} (\alpha_{ij} x_j + \beta_{ij} y_j)$ – вхідний вплив цієї ланки, що утворений як лінійна комбінація вхідних і вихідних сигналів основних ланок.

На жаль, отримати таким чином додаткові змінні, що задовольняють співвідношенням типу (1) та (2), вдається не для всяких динамічних систем. Це виявляється можливим тільки в тому випадку, якщо $W_1(p),...,W_n(p)$ належать до одного класу передавальних функцій. Має місце наступна теорема, що приводиться тут без доказу.

Теорема. Утворення додаткових змінних у вигляді (6) можливо тоді і тільки тоді, якщо кожна з функцій $W_1(p),...,W_n(p)$ може бути представлена у вигляді:

$$W_i(p) = W(p) / [a_i + b_i W(p)], \qquad (8)$$

де $W(p)$ – деяка передавальна функція; a_i та b_i – довільні дійсні числа.

При цьому функції $W_{n+1}(p)$ мають такий же вигляд.

Прикладом функцій, що задовольняють умові (8), є аперіодичні ланки, при цьому в якості $W(p)$ може бути взята будь-яка аперіодична ланка. Іншими прикладами можуть служити диференціюючі ланки, ізодромні ланки, а також ланки з дрібно-раціональними передавальними функціями більш високих порядків.

Резюмуючи, можна сказати, що запропонований спосіб може бути ефективно застосований для безперервного контролю і діагностики динамічних систем, які відповідають умові (8). Він досить економічний, наприклад, для діагностики одиночних помилок системи, що складається з n ланок та вимагає всього дві додаткові ланки і два суматора.

Список використаних джерел

1. Технические средства диагностировани : справочник / В. В. Клюев [и др.]; ред. В. В. Клюев. – М. : Машиностроение, 1989. – 672 с.

2. Воронин В.В. Диагностирование технических объектов: монография / В.В. Воронин. – Хабаровск: Издательство Хабар. гос. техн. университета, 2002. – 188 с.

УДК 629.083

АНАЛІЗ МОДЕЛІ З ДІАГНОСТИЧНИМ КОНТРОЛЕМ

Є. І. КАЛІНІН, доктор технічних наук, професор,
Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка
С. А. ЛЕБЕДЄВ, директор філії
Харківська філія Українського науково-дослідного інституту прогнозування та випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва імені Л.Погорілого
E-mail: kalininhntusg@gmail.com, hfukrndipvt@gmail.com

Класичні методи аналізу надійності і ефективності складних систем з діагностичним контролем в загальному вигляді наштовхуються на серйозні труднощі. Це змушує шукати часткові асимптотичні розв'язки, які забезпечують корисні в практиці результати.

Істотними властивостями, характерними для поведінки і технічного обслуговування ряду систем різного призначення, є відносно невисока інтенсивність відмов і, навпаки, значна інтенсивність контролю і відновлення. Це дає можливість описати поведінку системи пуассоновським потоком при довільних законах відмов, контролю, ремонту, а також характеристики структури і ремонтопридатності. Можливість такого представлення для нерезервованих систем з миттєвим контролем і відновленням відзначалася в [1]. Нижче пропонується метод, заснований на використанні пуассонівських потоків і розвинений для резервованих об'єктів з довільним характером відновлення і контролю.

Розгляд поведемо стосовно моделі такого виду: система складається з N вузлів, з'єднаних послідовно в плані надійності; кожен k-й вузол є l-кратним резервним з'єднання елементів i-го типу; щільність ймовірності відмови елемента k-го типу – $f_k(t)$, інтенсивність відмов – $n_k(t)$; інтенсивність контролю – $w(t)$, щільність ймовірності закону контролю – $z(t)$.

Застосування пуассонівських уявлень обумовлюється співвідношенням виду:

$$t^{н} \square t^{р}, \qquad (1)$$

яке має виконуватися для відповідальних систем (тут $t^{н}$ – середній час перебування в непрацездатному стані; $t^{р}$ – в працездатному).

Звідси, коефіцієнт готовності:

$$k_г = 1 - \frac{1}{T}\sum_{k=1}^{N}\{H_з^k(T)M(t_k^k) + H_0^k(T)[M(t_{нk}^k) + M(t_k^k)]\}, \quad (2)$$

де T – час експлуатації; $H_з^k$ – середнє число профілактичних замін (тобто замін вузла з частково справним резервом) k-го вузла; H_0^k – середнє число повних відмов k-то вузла; $M(t_k^k)$ – математичне очікування тривалості контрольованого простою k-го вузла; $M(t_{нk}^k)$ – математичне очікування тривалості неконтрольованого простою k-то вузла.

У початковому нестаціонарному періоді, тобто коли для середнього «часу життя елемента» виконується умова

$$T_{ср} = \int_0^\infty t f_k(t)dt \ll T, \quad (3)$$

і, отже,

$$H(T) = \sum_{k=1}^{N} H^k(T) \ll N; \quad (4)$$

$$H^k(T) \cong F^k(T), \quad (5)$$

де $F^k(t)$ – функція розподілу часу безвідмовної роботи, тотожно дорівнює ймовірності відмови k-то вузла. Поширюючи (5) на поняття «профілактична заміна» і «повна відмова», маємо

$$k_г = 1 - \frac{1}{T}\sum_{k=1}^{N}\{F_з^k(T)M(t_k^k) + F_0^k(T)[M(t_{нk}^k) + M(t_k^k)]\}, \quad (6)$$

внаслідок чого кожен елемент може розраховувати не на випадкове число повних відмов і замін, а лише на одне з цих явищ за T.

Введемо поняття s – поріг відновлення – число несправних елементів в вузлі, з перевищенням якого вузол замінюється, а також, зазначивши умовою (7) високу інтенсивність контролю, необхідну в відповідальних об'єктів:

$$\int_0^\infty tz(t)dt \ll T, \quad (7)$$

Розкриємо (5)

$$\begin{aligned} F_з^k(T) &\cong \lim_{\Delta t\to 0}\sum_{0\le t\le T} C_{l+1}^s\left[\int_0^t f_k(\tau)d\tau\right]^s (l+1-s)h_k(t)\Delta t + o(\Delta t) \cong \\ &\cong \int_0^T C_{l+1}^s\left[\int_0^t f_k(\tau)d\tau\right]^s (l+1-s)h_k(t)dt \end{aligned} \quad (8)$$

$$M(t_k^k) \cong \int_0^\infty t q_k(t)dt, \quad (9)$$

де верхня межа носить умовний характер, проте, враховуючи (1) і, відповідно, вимогу швидкого відновлення, таке уявлення допустиме:

$$F_0^k(t) \cong \lim_{\substack{\Delta t_1 \to 0 \\ \Delta t_2 \to 0}} \sum_{0 \le t_1 \le t_2} \sum_{0 \le t_2 \le T} C_{l+1}^s \left[\int_0^{t_1} f_k(\tau) d\tau \right]^s (l+1-s) h_k(t_1) \Delta t_1 \cdot$$

$$\cdot (l-s) \left[\int_{t_1}^{t_2} f_k(\tau) d\tau \right]^{l-s-1} \left[1 - \int_{t_1}^{t_2} z(\Theta) d\Theta \right] h_k(t_2) \Delta t_2 + o(\Delta t) \cong \qquad (10)$$

$$\cong \int_0^T C_{l+1}^s (l+1-s)(l-s) h_k(t_2) \int_0^{t_2} \left[\int_0^{t_1} f_k(\tau) d\tau \right]^s \left[\int_{t_1}^{t_2} f_k(\tau) d\tau \right]^{l-s-1} \left[1 - \int_{t_1}^{t_2} z(\Theta) d\Theta \right] h_k(t_2) dt_1;$$

$$M(t_{нk}^k) \cong \int_0^T \left[\int_{\tau'}^{\infty} t z(t) dt \right] f^k(\tau') d\tau' \qquad (11)$$

відповідно до теореми про математичне очікування функції випадкового аргументу, розподіленого з щільністю

$$f^k(\tau') = \frac{d}{dt} F_0^k(\tau'), \qquad (12)$$

а оскільки $F_з^k(T)$ □ $F_0^k(T)$, то

$$k_г \cong 1 - T^{-1} \sum_{k=1}^{N} \{ F_з^k(T) M(t_k^k) + F_0^k(T) M(t_{нk}^k)) \}. \qquad (13)$$

Використання виразів (8) – (13) надзвичайно спрощує аналіз, який при використанні класичного підходу представляє серйозні труднощі.

У практиці найбільш уживаний випадок, коли закони відмов, відновлень та контролю стаціонарні з інтенсивностями λ, μ, w, а вузли рівноцінні відносно ремонтопридатності і рівнонадійні. При цьому

$$k_г \cong 1 - \frac{N}{T} k_1 (\lambda T)^{s+1} \left[k_2 \left(\frac{\lambda}{w} \right)^{l-s} \frac{1}{w} + \frac{1}{\mu} \right]. \qquad (14)$$

Це простий і зручний вираз найкращим чином ілюструє можливості методу. Метод може бути поширений при виконанні принципової умови (1) на найрізноманітніші моделі з діагностичним контролем.

Список використаних джерел

1. Гнеденко Б.В. Математические методы в теории надежности: основные характеристики надежности и их статистический анализ / Б.В. Гнеденко, Ю.К. Беляев, А.Д. Соловьев. – М.: Наука, 1965. – 524 с.

2. Епифанов А.Д. Надежность автоматических систем. – М.: Машиностроение, 1964. – 265 с.

3. Технические средства диагностирования: справочник / В. В. Клюев [и др.]; ред. В. В. Клюев. – М. : Машиностроение, 1989. – 672 с.

4. Воронин В.В. Диагностирование технических объектов: монография / В.В. Воронин. – Хабаровск: Издательство Хабар. гос. техн. университета, 2002. – 188 с.

УДК 629.083

ОЦІНКА ДОСТОВІРНОСТІ РЕЗУЛЬТАТІВ КОНТРОЛЮ СИГНАЛІВ, ЩО ЗМІНЮЮТЬСЯ У ЧАСІ

Є. І. КАЛІНІН, доктор технічних наук, професор,
В. С. БІЛИХ, асистент,
Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка
E-mail: kalininhntusg@gmail.com

Проектування автоматичної контрольної апаратури вимагає вирішення цілої низки складних завдань, одна з яких пов'язана із забезпеченням необхідної достовірності контролю. Достовірність контролю, як відомо, характеризується вірогідністю помилкової $P_п$ і незнайденої $P_н$ відмов. У відомих роботах не розглянута досить поширене в інженерній практиці завдання щодо контролю параметрів, межі допустимих значень яких залежать від часу. З цими завданнями доводиться зустрічатися, наприклад, при розробці апаратури, призначеної для різних пристроїв автоматики систем ДВЗ сучасних колісних та гусеничних машин [1, 2], допуски на які, як правило, різні на різних ділянках програми [3].

Нехай $[A_1(t), A_2(t)]$ – область допустимих значень контрольованого сигналу $A(t)$. Позначимо через $a(t)$ конкретну реалізацію контрольованого сигналу $A(t)$, а через $\tilde{a}(t)$ – його номінальне значення. Передбачається, що програмний сигнал $A(t)$ можна представити у вигляді квазідетермінованої функції виду:

$$A(t) = \tilde{a}(t) + \sum_{i=1}^{M} S_i \psi_i(t), \qquad (1)$$

де S_i – випадкові параметри з відомим законом розподілу $f(s_1,...,s_M)$; ψ_i – система відомих детермінованих функцій.

Тоді ймовірності $P_п$ і $P_н$ можна виразити через M -мірні інтеграли:

$$P_п = \int_{\Omega} \left[1 - P\left(T / a(t)\right)\right] f(s_1,...,s_M) \prod_{i=1}^{M} ds_i ; \qquad (2)$$

$$P_п = \int_{\bar{\Omega}} P\left(T / a(t)\right) f(s_1,...,s_M) \prod_{i=1}^{M} ds_i , \qquad (3)$$

де Ω – область значень параметрів s_i, при яких контрольований сигнал $A(t)$ лежить в межах поля допуску, або, інакше, протягом часу T виконується умова

$$A_1(t) < \tilde{a}(t) + \sum_{i=1}^{M} S_i \psi_i(t) < A_2(t), \; 0 \le t \le T ;$$

$\bar{\Omega}$ – додаток Ω до всього простору, а $P\left(T / a(t)\right)$ – умовна ймовірність того, що в результаті контролю апаратура, що перевіряється, буде визнана справної,

тобто ймовірність того, що показання апаратури $U(t)$ протягом часу T знаходитимуться в області $[B_1(t), B_2(t)]$ допустимих при контролі значень сигналу $A(t)$ за умови, що реалізація програми дорівнює $a(t)$.

Зазначимо, що за відомими функціями $A_1(t)$, $A_2(t)$ та $\psi_i(t)$ $(0 \le t \le T)$ області інтегрування Ω і $\bar{\Omega}$ легко знаходяться.

Позначимо через $f_1(m/a)$ щільність розподілу похибки показань апаратури без урахування флуктуаційної помилки за умови, що реалізація програми має вигляд $a(t)$. Тоді, якщо в початковий момент часу $t=0$ показання $U(t)$ розподілено за законом $f_2(u_0/m)$, то

$$P\left(T/a(t)\right) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{B_1(t)}^{B_2(t)} W\left(T/u_0, m\right) f_2\left(u_0/m\right) du_0 f_1\left(m/a\right) dm, \qquad (4)$$

де $W\left(T/u_0, m\right)$ – ймовірність перебування випадкової функції $U(t)$ $(0 \le t \le T)$ в області $[B_1(t), B_2(t)]$ за умови, що в початковий момент часу ордината цієї функції дорівнювала u_0, а показання апаратури без урахування флуктуаційної складової помилки дорівнює $b(t) = a(t) + m$.

Оскільки закони розподілу $f(s_1,...,s_M)$, $f_1(m/a)$ і $f_2(u_0/m)$ зазвичай відомі, то для знаходження $P_п$ і $P_н$ необхідно в першу чергу визначати умовну ймовірність $W\left(T/u_0, m\right)$. Завдання знаходження зазначеної ймовірності зводиться до визначення ймовірності перебування ординати випадкової функції в інтервалі часу $(0,T)$ в зоні двосторонньої границі, що залежить від часу. Розв'язок такого завдання в загальному випадку (при довільних імовірнісних характеристиках випадкової функції) невідомий. Однак найчастіше помилку апаратури можна представити у вигляді випадкової функції, що є одновимірним або багатовимірним Марківським процесом. Для заміни реального випадкового процесу Марківським достатньо, щоб спектральна щільність реального процесу описувалася дрібно-раціональною функцією, а сам процес був близький до нормального.

Розглянемо метод знаходження $P_п$ і $P_н$ за час контролю T для випадку, коли кореляційна функція помилки має вигляд $K(\tau) = \sigma^2 \exp(-\alpha|t|)$. При такому припущенні для визначення ймовірності перебування випадкової функції $U(t)$ протягом часу T в зоні з заданими межами $B_1(t)$ і $B_2(t)$ може бути використана теорія одновимірних Марківських процесів.

Введемо в розгляд нормований випадковий процес виду

$$X(\tau) = [U(\tau/\alpha) - b(\tau/\alpha)]/\sigma \qquad (5)$$

в безрозмірному часі $\tau = \alpha t$, де, як і раніше, $b(t)$ – умовне математичне очікування випадкового процесу $U(t)$, а σ і α – параметри, що визначаються відомою кореляційною функцією.

Отже, потрібно визначити ймовірність $W\left(T/u_0, m\right)$ виконання

$$k_1(\tau) < X(\tau) < k_2(\tau) \qquad (6)$$

в інтервалі часу $0 \le t \le T_1$, де $k_1(\tau) = [B_1(\tau / \alpha) - b(\tau / \alpha)] / \sigma$, $k_2(\tau) = [B_2(\tau / \alpha) - b(\tau / \alpha)] / \sigma$ – межі дозволеної області ординати випадкової функції $X(\tau)$. Шукана ймовірність недосягнення межі визначається через умовну щільність розподілу

$$W\left(T / u_0, m\right) = \int_{k_1(T)}^{k_2(T)} w(\tau, x / x_0) dx, \qquad (7)$$

де x_0 – початкове значення ординати процесу $X(\tau)$, що відповідає u_0. Умовна щільність ймовірності $w(\tau, x / x_0)$ задовольняє друге рівняння Колмогорова в безрозмірних змінних, записаному відносно одномірного Марківського процесу

$$\partial w / \partial \tau = \partial (xw) / \partial x + \partial^2 w / \partial x^2 \qquad (8)$$

при наступних початкових

$$w(0, x / x_0) = \delta(x - x_0) \qquad (9)$$

та граничних

$$W(\tau, k_1 / x_0) = w(\tau_1 k_2 / x_0) = 0, \ \tau \ge 0 \qquad (10)$$

умовах, де початкові умови записані для заданого початкового значення x_0 ординати процесу, а граничні умови випливають з того факту, що, для розглянутого випадку, $X(t)$ є недиференційованою функцією, і, отже, її ордината не може дорівнювати граничному значенню функції, не побувавши одночасно за межами дозволеної області. Якщо межі області $k_1(\tau)$ і $k_1(\tau)$ є кусково-постійними функціями часу або повільно змінюються і допускають кусково-постійну апроксимацію, розв'язок може бути зведений до багатоетапного процесу застосування методу Фур'є і доведеного до таблиць.

При змінних межах допустимої смуги завдання істотно ускладнюється і для його вирішення доводиться шукати різні наближені способи. В даному випадку, для вирішення крайової задачі (8) – (10) пропонується метод Канторовича приведення до системи звичайних диференціальних рівнянь.

Список використаних джерел

1. Migal V., Lebedev A., Shuliak M., Kalinin E., Arhun S. & Korohodskyi V. (2020). Reducing the vibration of bearing units of electric vehicle asynchronous traction motors. Journal of Vibration and Control. 120-127

2. Rebrov, O., Kozhushko, A., Kalchenko, B., Mamontov, A., Zakovorotniy, A., Kalinin, E., Holovina, E. (2020). Mathematical model of diesel engine characteristics for determining the performance of traction dynamics of wheel-type tractor. EUREKA: Physics and Engineering, 4, 90–100.

3. Shulyak, M. (2019) Selecting a rational operation mode of mobile power unit using measuring and control complex. CEUR Workshop Proceedings, vol. 1, 141-151.

УДК 621.89

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ПІДШИПНИКІВ КОВЗАННЯ

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

Значну частину гладких циліндричних рухомих з'єднань автотракторної та сільськогосподарської техніки складають підшипники ковзання. У процесі експлуатації опор ковзання постійно змінюється зазор, розміри та кривизна контактної поверхні, тиск і його розподіл по дузі контакту, зростають вібрації та динамічні навантаження [1, 2]. При цьому змінюється температурний режим роботи пари тертя. Перераховані фактори є причиною не лише коливань інтенсивності зношування підшипника і вала на початку та кінці експлуатації, але і переходу від одного провідного виду зношування до іншого. Найбільші значення зносу спряжених деталей спостерігаються у період їх припрацювання, після перевищення допустимого зазору, а також в періоди пуску і зупинки механізму. Вихід з ладу підшипникових вузлів призводить до простоїв техніки, втрат продуктивності та збільшення собівартості продукції.

Поряд із залізовуглецевими сплавами широкого поширення в техніці набули підшипники ковзання з м'якими вкладишами. Працюють дані підшипники переважно в умовах граничного мащення. Навіть підшипники ковзання, призначені для роботи в режимі рідинного тертя, під час пуску і зупинки машини працюють в умовах обмеженого мащення. У зв'язку з цим зношування підшипників ковзання, що працюють в умовах зовнішнього тертя, залежить і від сумісності контактуючих матеріалів. Взаємодія між валом і вкладишем відбувається через плівки, що покривають їх поверхні. Змінюючи склад плівок, застосовуючи додаткові технологічні операції, можна керувати процесом тертя і зношування.

Процес деформування окремих, найбільш навантажених, ділянок повинен відбуватися лише у поверхневих шарах, не залучаючи до змін глибших, нижніх шарів. Полегшена деформація поверхні з низьким значенням коефіцієнта тертя досягається завдяки: нанесенню тонких поверхневих плівок м'яких металів, полімерних покриттів або твердих мастил; утворенню тонких м'яких плівок в процесі контактування поверхонь внаслідок ефекту схоплювання з м'якою структурною складовою сплаву, вибіркового перенесення; розм'якшенню окремих контактних ділянок поверхонь внаслідок високого рівня нагрівання, що створюється на ділянках зі зниженою теплопровідністю.

Під час вибору елементів пари, що контактує підшипника ковзання необхідно враховувати, при якому режимі тертя будуть експлуатуватися підшипники, встановити домінуючі види пошкоджень. На рис. 1 представлені

найбільш характерні види пошкоджень підшипників ковзання в залежності від режимів тертя.

Рис. 1. Різновиди пошкоджень підшипників ковзання

Основними методами підвищення довговічності підшипників ковзання автотракторної та сільськогосподарської техніки є:

- правильний вибір матеріалу деталі, що враховує його триботехнічні та механічні характеристики, опір втомі, температурну стійкість, сумісність матеріалів вала і втулки;
- запресування втулки з оптимальним натягом в корпус, що призводить до виникнення стискаючих напружень в її поверхневому шарі, збільшення площі контакту і зменшення розтягувальних контактних напружень, які викликають втомне зношування матеріалу;
- виготовлення тонкостінної втулки, яка забезпечить краще тепловідведення та зменшить температурні напруження;
- точне встановлення підшипників в корпусі машини дозволить мінімізувати ударні навантаження;
- усунення зазору між корпусом та втулкою, наявність якого викликає вигин втулки і виникнення додаткових напружень;
- забезпечення надійної фіксації втулки або вкладишів у корпусі підшипника, що виключає їх провертання та осьове переміщення;

- захист від попадання в зону тертя підшипника абразивних частинок, вологи та хімічно активних речовин;

- припрацювання і досягнення шорсткості поверхонь тертя спряжених деталей, наближеної до рівнодіючої, стабільно стійкої;

- нанесення на робочі поверхні спряжених деталей антифрикційних зносостійких покриттів;

- оптимальний вибір мастильного матеріалу і способу його подачі в зону тертя;

- своєчасне проведення технічного обслуговування вузлів і агрегатів машин.

Список використаних джерел

1. Гуц С. П. Обеспечение работоспособности подшипников скольжения трансмиссий трактора. Вестник Академии инженерных наук. 2008. №1 (35). С. 21–25.

2. Кухтов В. Г., Савчук В. П., Сницарук М. В. Оценка степени износа деталей раздаточной коробки по характеристикам подшипника скольжения. Вестник Харьковского национального технического университета имени Петра Василенко. 2007. №51. С. 31–37.

УДК 629.083

СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ ЗНАХОДЖЕННЯ ПОМИЛОК ЕЛЕКТРОННОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПОДАЧЕЮ ПАЛИВА

Є. І. КАЛІНІН, доктор технічних наук, професор,
Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка
Ю. Ю. КОЗЛОВ, фахівець з метрології випробувальної лабораторії
Харківська філія Українського науково-дослідного інституту прогнозування та випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва імені Л.Погорілого
E-mail: kalininhntusg@gmail.com, hfukrndipvt@gmail.com

Для контролю цифрових керуючих систем може бути використано ту обставину, що статистичні характеристики спотворених і неспотворених контрольованих сигналів розрізняються між собою. Метод контролю, в якому використовується ця різниця, називається статистичним методом виявлення помилок.

Розглянуто один з можливих алгоритмів виявлення помилок обчислень, заснований на фільтрації шуму, спричиненого відмовою електронної системи керування подачею палива (ЕСКПП) [1 – 3], на фоні корисного сигналу, а

також питання реалізації цього алгоритму в програмі, що контролюється ЕСКПП при обмеженому часі контрольних операцій.

Процес виявлення помилок описується наступним чином. Контрольований сигнал ЕСКПП надходить на вхід фільтра, що виділяє з деякою помилкою величину похибки ЕСКПП, що обумовлена порушенням або постійною відмовою. Вирішальний пристрій в залежності від величини помилки видає однозначне рішення про те, спотворений сигнал ЕСКПП або виданий результат є правильним.

Даний алгоритм контролю відрізняється порівняно простими контрольними обчисленнями і високою ефективністю при виявленні і виправленні суттєвих помилок, що сильно впливають на точність обчислень.

В якості критерію ефективності доцільно використовувати статистичний критерій середнього ризику за час роботи ЕСКПП, який дозволяє врахувати вартість різних ситуацій, що виникають в контрольованому цифровому комплексі. Зокрема, для нерезервованого комплексу оцінку якості контрольованої системи при постійних втратах для помилкового виявлення і пропуску, а також незалежних помилках можна представити у вигляді:

$$\bar{R}_1 = c_2 P \bar{P}_{пв} + c_1 Q \bar{P}_{пр}, \qquad (1)$$

де $\bar{P}_{пв}$ і $\bar{P}_{пр}$ є усередненими характеристиками помилкового виявлення і пропуску помилки, а P і Q є, відповідно, ймовірностями гіпотез про відсутність і наявність помилок в обчисленнях.

Ефективність роботи без обслуговування цифрового комплексу при дублюванні машин з контролем і перемиканні на резерв за цих умов:

$$\bar{R}_2 = c[Q^2 + QP(\bar{P}_{пв} + \bar{P}_{пр})]. \qquad (2)$$

У загальному випадку ефективність власне системи контролю може бути-представлена як

$$F_i = \bar{P}_{пв} + \Lambda_i \bar{P}_{пр}, \qquad (3)$$

де Λ_i – критичне значення відношення правдоподібності.

Так, для розглянутих варіантів побудови цифрового комплексу, ефективність яких представлена формулами (1) та (2), маємо відповідно: $\Lambda_0 = c_1 Q / c_2 P$, $\Lambda_2 = 1$.

Розв’язок задач точного аналізу ефективності і визначення оптимальних параметрів, навіть для лінійного алгоритму фільтра і стаціонарної системи контролю, наштовхується на істотні труднощі. Останні пов’язані як з отриманням повних статистичних характеристик контрольованого процесу, так і зі складністю аналітичних перетворень для отримання усереднених за часом законів розподілу вихідного сигналу фільтра для випадків правильної і неправильної роботи ЕСКПП.

Особливо слід відзначити труднощі отримання статистичних характеристик спотворених сигналів, які обумовлені складним зв’язком цих характеристик з характеристиками відмов елементів. У зв’язку з цією невизначеністю приймемо, що порушення у роботі і відмови ЕСКПП можуть

призвести з однаковою ймовірністю до будь-якій величини помилки. Це означає, що усереднений за часом закон розподілу вихідного сигналу фільтра при наявності помилок в обчисленнях прийнятий рівномірним:

$$p(z / H_1) = \frac{1}{2} | z_m |^{-1}, \quad (4)$$

де $| z_m |$ – максимальне значення контрольованого сигналу.

Статистичні характеристики спотворених сигналів найчастіше представлені у вигляді кореляційних функцій і математичних очікувань, що дозволяє визначити тільки два перших моменти усередненого закону розподілу. В цих умовах при довільному контрольованому випадковому процесі можуть бути отримані тільки мінімаксні оцінки ефективності системи контролю, які засновані на використанні нерівностей чебишевського типу. Так, при відомій дисперсії і з центрованим законом розподілу, з урахуванням (4), оцінка ефективності контролю може бути представлена наступним виразом:

$$F_i \le D_z / | z_{1,2} |^2 + \Lambda_i | z_{1,2} | / | z_m |. \quad (5)$$

Якщо прийняти гіпотезу про те, що усереднений закон розподілу вихідного сигналу фільтра є симетричним, то

$$F_i \le 4D_z / 9 | z_{1,2} |^2 + \Lambda_i | z_{1,2} | / | z_m |. \quad (6)$$

Часто приймають процеси в системах управління близькими до гауссових або таких, що представляють собою композицію повільно змінюваних і гауссових складових. Тоді усереднений закон розподілу при відсутності помилок в обчисленнях і ряді обмежень на параметри фільтру є нормальним. У цьому випадку

$$F_i = 1 - 2 \int_0^{|z_{1,2}|} \frac{1}{\sqrt{2\pi D_z}} \exp\left(-\frac{z^2}{2D_z} \right) + \Lambda_i \frac{| z_{1,2} |}{| z_m |}. \quad (7)$$

Визначення оптимальних параметрів системи контролю, при яких оцінки ефективності контролю, що наведені, стають мінімальними, не представляє труднощів. Для цього параметри фільтра визначаються за критерієм мінімуму дисперсії усередненого закону розподілу при відсутності спотворень, а пороги – за критерієм мінімуму розглянутих оцінок ефективності.

Список використаних джерел

1. Rebrov, O., Kozhushko, A., Kalchenko, B., Mamontov, A., Zakovorotniy, A., Kalinin, E., Holovina, E. (2020). Mathematical model of diesel engine characteristics for determining the performance of traction dynamics of wheel-type tractor. EUREKA: Physics and Engineering, 4, 90–100.

2. Мигаль В.Д., Лебедєв А.Т., Шуляк М.Л., Калінін Є.І. Оцінка інтелектуальних якостей автомобілів. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. 2019. №15. С. 213-228.

3. Лебедєв А.Т., Калінін Є.І. Енергетична оцінка моторно-трансмісійної установки трактора. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. 2018. №11. С 60-67.

УДК 629.083

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ АВТОМАТИЧНИХ СИСТЕМ ДІАГНОСТУВАННЯ

Є. І. КАЛІНІН, доктор технічних наук, професор,
Р. М. ПЕТРОВ, магістр,
Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка
E-mail: kalininhntusg@gmail.com

При аналізі та синтезі автоматичних систем діагностування (систем пошуку відмов) важливе значення має кількісна оцінка ефективності цих засобів. У зв'язку з цим необхідна розробка прийнятних критеріїв і методів їх обчислення.

Систему автоматичного діагностування в загальному вигляді можна розглядати як інформаційну технічну систему, яка характеризується критерієм ефективності:

$$F = P_Ф W , \qquad (1)$$

де $P_Ф$ – ймовірність функціонування системи; W – ймовірність формування достовірних сигналів про місце відмови за умови функціонування системи. Імовірність $P_Ф$ є показником надійності частини системи, що забезпечує лише його функціонування і не пов'язаної з інформаційними процесами пошуку. Тому обчислення $P_Ф$ може бути здійснено відомими методами розрахунку надійності [1, 2].

Імовірність W визначається станом об'єкта пошуку, програмою пошуку і станом елементів системи діагностування, від яких залежить достовірність результатів пошуку.

Нехай N_i – подія, що означає відмову i-го знімного елемента (блоку). Події N_i завжди можна поставити у відповідність множину X_i ознак несправностей, що є необхідною і достатньою для виявлення стану відмови i-го блоку. Загалом $X_i = X_i^k \bigcup X_i^o$, де X_i^k, X_i^o – контрольована і неконтрольована підмножини ознак несправностей i-го блоку відповідно. $X_i^o \neq \varnothing$ в разі недостатньої повноти програми пошуку через труднощі технічної реалізації умови $X_i^k = X_i$.

При відмові i-го блоку, що призводить до появи ознак з підмножини X_i^k, результат пошуку справджується (подія D), якщо справні всі елементи системи, що здійснюють контроль даної ознаки і логічну обробку результатів контролю. У разі відмови даних елементів системи результат пошуку виявиться невірним (подія $\bar{D}$). Якщо ж відмові i-го блоку відповідає ознака з підмножини X_i^o, то це призведе до неможливості виявлення відмови за

допомогою системи, тобто до відсутності інформації про номер блоку, що відмовив (подія D_o).

Для обчислення ймовірностей подій D, $\bar{D}$ і D_o введемо попередньо позначення: q_i – ймовірність події N_i; μ_i – вірогідність виникнення ознаки з підмножини X_i^k при відмові i-го блоку; π_i – вірогідність виникнення ознаки з підмножини X_i^o при відмові i-го блоку; p_i – вірогідність справного стану специфічних елементів системи, що здійснюють контроль і логічну обробку результатів контролю тільки підмножини X_i^k; p_o – ймовірність справного стану спільних елементів системи, що використовуються при операціях пошуку по будь-якому з підмножин X_1^k, X_2^k ..., X_n^k. Тоді у відповідно до викладеної вище моделі станів об'єкта пошуку і елементів системи, отримаємо:

$$P(D) = \frac{p_o \sum_{i=1}^{n} q_i \mu_i p_i}{\sum_{i=1}^{n} q_i}; \qquad (2)$$

$$P(\bar{D}) = \frac{p_o \sum_{i=1}^{n} q_i \mu_i - p_o \sum_{i=1}^{n} q_i \mu_i p_i}{\sum_{i=1}^{n} q_i}; \qquad (3)$$

$$P(D_o) = \frac{\sum_{i=1}^{n} q_i \pi_i}{\sum_{i=1}^{n} q_i}. \qquad (4)$$

Ймовірності q_i, p_i, p_o можуть бути знайдені на підставі відомих методів розрахунку надійності, а ймовірності μ_i і π_i – статистичним шляхом або аналітично при докладному аналізі всіх можливих станів елементів блоку.

З визначення ймовірності W випливає, що $W = P(D)$, і тому її розрахунок зводиться до обчислень за формулою (2). Таким чином, можлива кількісна оцінка ефективності системи автоматичного діагностування як технічної системи за допомогою критерію F. Користуючись критерієм F, можна здійснювати порівняння можливих варіантів технічної реалізації системи, призначеної для виконання однієї і тієї ж задачі.

Ймовірності $P(\bar{D}) = \varepsilon$ і $P(D_o) = \varepsilon_o$ є частинними показниками ефективності системи і також можуть бути використані при її аналізі та синтезі. Крім того, дані ймовірності важливі при оцінці доцільності застосування системи автоматичного діагностування.

В якості критерію доцільності автоматичного пошуку несправностей може бути обраний показник

$$k_н = \frac{T_в^o}{T_в}, \qquad (5)$$

де $T_в^o$, $T_в$ – середній час відновлення об'єкта без застосування і з застосуванням системи автоматичного діагностування відповідно.

Очевидно, що застосування системи доцільно при $k_н > 1$.

Нехай $T_н$ – середній час пошуку блоку, що відмовив, вручну; $\tau_н$ – середня тривалість циклу роботи системи з пошуку блоку, що відмовив; T_1, T_2 – середній час відновлення об'єкта після вірного і помилкового визначення номера блоку, що відмовив, відповідно. Тоді:

$$T_в^o = T_н + \omega T_1 + (1-\omega)T_2; \qquad (6)$$

$$T_в = P_ф[\tau_н + \varepsilon_o(\tau_{н1} - \tau_н) + WT_1 + \varepsilon T_2] + [1 - P_ф(1-\varepsilon_o)]T_в^o, \qquad (7)$$

де ω – ймовірність вірного відшукання блоку, що відмовив, вручну; $\tau_{н1}$ – середня тривалість очікування результату автоматичного відшукання несправності в разі події D_o. На підставі виразів (5) – (7) можемо записати:

$$k_н = \left\{1 - P_ф\left[1 - \varepsilon_o - \frac{WT_1 + \varepsilon T_2 + \tau_н + \varepsilon_o(\tau_{н1} - \tau_н)}{T_н + \omega T_1 + (1-\omega)T_2}\right]\right\}^{-1}. \qquad (8)$$

Зауважимо, що показники ω і $T_н$ можуть бути знайдені статистичним шляхом, а значення T_1 і T_2 залежать від кількості блоків, на яку розбитий об'єкт, і від організації відновлення блоку, що відмовив. Тому T_1 і T_2 обчислюються на підставі відомих показників відновлення і прийнятої системи обслуговування об'єкта.

Аналізуючи вираз (8), можна встановити, що при виконанні умови $W/(1-\varepsilon_o) > \omega$ застосування системи завжди доцільно ($k_н > 1$). Якщо дана умова не виконується, то про доцільність застосування системи діагностування можна судити тільки після проведення розрахунків за формулою (8).

Орієнтовна оцінка доцільності автоматизації пошуку відмов можлива ще до розробки системи за допомогою критерію виду:

$$k_н^* = \omega + \frac{1}{T_1}[T_н + (1-\omega)T_2], \qquad (9)$$

отриманого на підставі (8) при $P_ф = 1$, $W = 1$, $\omega = 0$, $\varepsilon_o = 0$ та $\tau_н << T_н$.

Список використаних джерел

1. Гнеденко Б.В. Математические методы в теории надежности: основные характеристики надежности и их статистический анализ / Б.В. Гнеденко, Ю.К. Беляев, А.Д. Соловьев. – М.: Наука, 1965. – 524 с.

2. Епифанов А.Д. Надежность автоматических систем. – М.: Машиностроение, 1964. – 265 с.

УДК 629.083

ПРО ОЦІНКУ ВИДУ ТЕОРЕТИЧНОГО РОЗПОДІЛУ ЗА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИМИ ДАНИМИ

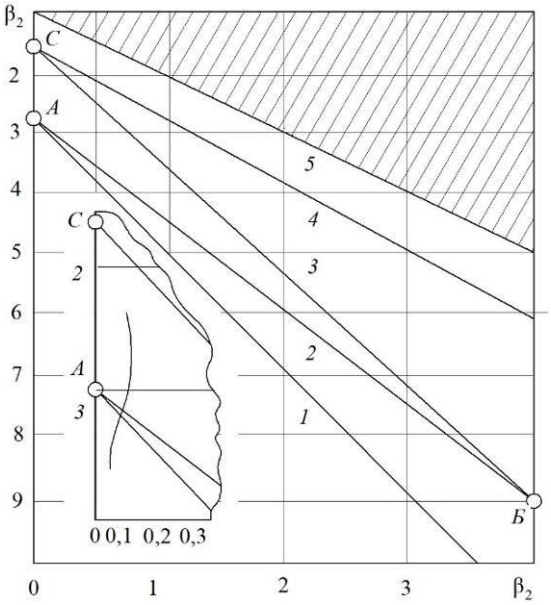
Г. І. ЧЕРЕВАТЕНКО, асистент,
Р. М. ПЕТРОВ, магістр,
Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка
E-mail: nadezhnost@ukr.net

При експериментальних найменуваннях сільськогосподарських машин часто виникає необхідність оцінити вид теоретичного розподілу дослідних даних. Зазвичай для рішень цих завдання користуються критеріями згоди. Найбільш часто використовується критерій згоди χ^2 Пірсона [1].

Однак за критерієм χ^2 (або будь-якого іншого критерію) можна лише встановити, що зроблена передумова яка не суперечить дослідним даним. Більш достовірну уяву про характер теоретичного розподілу можна отримати при спільному використанні критерію χ^2 і значень нормованих показників асиметрії β_1 і ексцесу β_2 розподілу, оцінки яких визначаються формулами:

$$\beta_1 = \left[\frac{m_3}{(m_2)^{3/2}} \right], \quad (1)$$

$$\beta_2 = \frac{m_4}{(m_2)^2}. \quad (2)$$



У цих формулах m_2, m_3, - оцінки другого, третього центральних моментів β_1 і β_2 різні розподілу представлені Пірсоном [2] областями, показаними на рисунку.

Для нормального розподілу $\beta_1 = 0$ і $\beta_2 = 3$. Тому цей розподіл представлено точкою $A(0,3)$. Експоненціальному розподілу відповідає точка $Б$, а рівномірному – точка C.

Логарифмічно нормальний розподіл представлено лінією 1. Область між кривими 2 і 3 відповідає гамма-розподілу, між кривими 3 і 4 - I-образні бета-розподілу, а між кривими 4 і 5 - U-образні бета-розподілу.

У таблиці наведені значення оцінок β_1 β_2 і $P(\chi^2)$ для ряду процесів при роботі мобільних сільськогосподарських машин. Розрахунки виконані на ЕЦОМ за результатами експериментальних досліджень.

Таблиця 1

Параметри розподілу деяких процесів при роботі с.-г. машин

Процеси	Точка на малюнку	β_1	β_2	$P(\chi^2)$
Зміна рослинної маси по довжині валка				
1-я реалізація	*а*	0,01	3,59	0,49
2-я реалізація	*б*	0,05	3,16	0,51
Зміни маси зерна по довжині валка	*в*	0,09	2,98	0,49
Глибина загортання насіння				
1-я реалізація	*г*	0,06	3,15	0,46
2-я реалізація	*д*	0,07	2,43	0,47
Крутний момент на лівій піввісі трактора	*е*	0,02	3,35	0,5
Крутний момент на валу відбору потужності трактора	*ж*	0,08	2,8	0,53

У таблиці підібрані процеси, для яких ймовірність $P(\chi^2)$ відповідності нормальному розподілу коливається близько 0,5. Точки а, б, г, д, е, ж з'єднані на малюнку ламаною лінією. Як видно на рисунку, розташування точок $P\left(\chi^2\right) \approx 0,5$ щодо точки A, що відповідає нормальному розподілу, по-різному. Очевидно, що для процесів, які характеризуються точками б, г, д і ж передумова про відповідність дослідних даних теоретичного нормального розподілу більш правдоподібна, ніж для процесів, визначених точками а, е, d. Таким чином, спільна оцінка досвідчених даних параметрами розподілу β_1 β_2 і $P(\chi^2)$ дозволяє більш точно встановити відповідність теоретичного і статичного розподілів.

Список використаних джерел

1. Вентцель Е.С. теорія імовірності. «Наука», 1969.
2. Хан Г., Шапіро С. Статичні моделі в інженерних задачах «Мир», 1969.
3. Лур'є А. Б. Статична динаміка сільськогосподарських агрегатів. «Колос», 1970.

УДК 629.083

ПРОГРАМНО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ СТАНУ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ У РОСЛИННИЦТВІ

Г. І. ЧЕРЕВАТЕНКО, асистент
Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка
E-mail: nadezhnost@ukr.net

У сільськогосподарському виробництві України зайняті мільйони тракторів, автомобілів і сільськогосподарських машин. Весь цей величезний парк потребує систематичного контролю технічного стану об'єктів в поєднанні з прогнозуванням часу безвідмовної їх роботи.

Існуючі розрізнені вимірювальні засоби не можуть забезпечити комплексного вирішення цього завдання. Відсутній також єдиний методичний підхід до вирішення питань розробки засобів і технології діагностування, внаслідок чого результати роботи багатьох науково-дослідних організацій є важко порівнянними, а це перешкоджає розробці єдиного універсального діагностичного комплексу.

Розглянемо основні питання розробки діагностичної системи, яка дозволяла б проводити діагностування вузлів і агрегатів тракторів, автомобілів і складних сільськогосподарських машин з мінімальними трудовими затратами і з високою точністю діагнозу і прогнозу.

Початковим етапом роботи, що дозволяє встановити об'єм параметрів технічного стану об'єкта, є причинно-наслідковий аналіз відмов елементів останнього. Причинно-наслідковий аналіз проводиться, починаючи від основного вихідного сигналу, величина якого є наслідком стану елементів об'єкта, і закінчуючи найнижчим рівнем причин. У якості нижнього рівня обрані фізико-механічні властивості матеріалів, з яких виготовлені елементи об'єкта. Причинно-наслідковий аналіз проводиться за двома категоріями параметрів стану: активні – безпосередньо впливають на величину основного вихідного сигналу об'єкта і характеризуються поступовими відмовами, і пасивні – що не впливають на величину основного вихідного сигналу і характеризуються раптовими відмовами.

Отриманий перелік параметрів технічного стану є основою для розробки оптимальної послідовності діагностування та пов'язаної з цим програми роботи діагностичної системи.

По кожному з отриманих параметрів стану об'єкта проводиться додатковий аналіз з метою виявлення діагностичних сигналів, що несуть інформацію про величину параметра.

Кореляційний аналіз зв'язку між параметрами стану і відповідними їм діагностичними сигналами проводиться на основі результатів

експериментальних досліджень і дозволяє вибрати найбільш інформативний діагностичний сигнал, а отже, і встановити метод вимірювання і подальшої обробки сигналу.

Для отримання діагнозу і прогнозу за елементами об'єкта необхідна наявність даних про номінальні і граничні значення параметрів стану. Незважаючи на наявність великої кількості літературних даних, значення ряду параметрів вимагають уточнення, в зв'язку з чим проводиться спеціальний цикл досліджень в цьому напрямку.

Діагноз стану елемента об'єкта представляється в нормованому вигляді, що дає можливість повністю уніфікувати вторинні вузли діагностичної системи. Це досягається шляхом подання стану елемента в формі коефіцієнта технічного ресурсу, що є відношенням різниці між граничним і виміряним значеннями параметра стану до полю допуску параметра. В процесі експлуатації об'єкта величина коефіцієнта змінюється від одиниці до нуля.

Попередні дослідження показують, що зв'язок між величиною коефіцієнта технічного ресурсу і часом роботи об'єкта може бути представлений у вигляді елементарної степеневої функції, окремим випадком якої може бути лінійна залежність. На цій основі розробляються методика, засоби і технологія прогнозування часу безвідмовної роботи елементів об'єкта. Для отримання прогнозу в цьому випадку потрібна наявність результатів діагнозу двох послідовних циклів діагностування, досить віддалених один від одного за часом.

Результати прогнозування дають можливість визначити слабкі ланки об'єкта, які характеризуються найбільшими в усій сукупності значеннями інтенсивності витрачання технічного ресурсу

$$I = \frac{dR}{dt} = -abt^{b-1}, \tag{1}$$

де R – коефіцієнт технічного ресурсу; t – час роботи елемента від початку експлуатації.

$$R = \frac{P_m - P_j}{P_m - P_n}, \tag{2}$$

де P_n, P_m і P_j – відповідно номінальне, граничне і виміряне значення параметра стану. $R(t) = 1 - at^b$, де a і b – коефіцієнти степеневої функції, що характеризують тип елемента, матеріал, якість обробки і інші параметри, а також умови його експлуатації.

Закономірність зміни технічного ресурсу слабких ланок дає можливість уточнити періодичність діагностування об'єкта і на цій основі планувати роботу діагностичної служби.

Отримання діагнозу і прогнозу передбачається здійснювати у формі друкованого документа, в якому міститься найменування елемента, величина коефіцієнта технічного ресурсу, прогноз наробітку до відмови, а також вказівку про необхідність заміни того чи іншого елемента в разі, якщо за даними прогнозу його відмова настане раніше чергового діагностування.

Попередній техніко-економічний аналіз роботи діагностичної системи показує, що найвигіднішим є варіант експлуатації об'єкта до повного використання технічного ресурсу кожного з елементів об'єкта. Однак, у зв'язку з наявністю регламентованої періодичності робіт з технічного обслуговування об'єктів такий варіант в даний час не може бути здійснений, тому потрібне проведення досліджень в напрямку розробки оптимальної періодичності та обсягу діагностичних операцій.

Список використаних джерел

1. Технические средства диагностировани : справочник / В. В. Клюев [и др.]; ред. В. В. Клюев. – М. : Машиностроение, 1989. – 672 с.

2. Воронин В.В. Диагностирование технических объектов: монография / В.В. Воронин. – Хабаровск: Издательство Хабар. гос. техн. университета, 2002. – 188 с.

УДК 629.083

ЕНТРОПІЯ ЯК МІРА ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ

Ю. І. КОЛЄСНІК, асистент
Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка
E-mail: julianakolesnik26@gmail.com

При аналізі ефективності інформаційних систем двигунів внутрішнього згоряння [1 – 3] зазвичай досліджується модель наступного типу: є деяка система $C1$, яка може перебувати в одному зі станів $s_1, s_2, ..., s_n$ з ймовірністю $p_1, p_2, ..., p_n$, і система $C2$, призначення якої полягає в тому, щоб визначити, в якому з можливих станів знаходиться $C1$ в заданий момент часу. Апріорна невизначеність (ентропія) системи $C1$ дорівнює

$$H(C1) = -\sum_{i=1}^{n} p_i \log_2 p_i = \sum_{i=1}^{n} \eta(p_i), \qquad (1)$$

де функцією $\eta(p_i)$ позначено вираз $p_i \log_2 p_i$. Нехай в момент t_j система $C1$ прийняла одне з можливих станів. Інформація про цей стан надійшла на вхід системи $C2$ для аналізу. Кількість цієї інформації $I_{вх}$ дорівнює:

$$I_{вх}(t_j) = H(C1). \qquad (2)$$

Система $C2$ в процесі функціонування не виробляє нової інформації, а лише перетворює її з однієї форми в іншу. В роботі [1] показано, що в процесі перетворення тривалості Δt_j мають місце втрати інформації ΔI і, отже, кількість інформації на виході $C2$ дорівнює:

$$I_{вих}(t_j + \Delta t_j) = I_{вх}(t_j) - \Delta I(\Delta t_j). \quad (3)$$

В ідеальній системі $C2$ втрат інформації немає ($\Delta I = 0$), і, отже, стан системи $C1$ визначається абсолютно достовірно. З погіршенням якості системи $C2$ втрати інформації зростають, і достовірність інформації системи $C2$ зменшується. Отже, відносна кількість втраченої інформації ΔI об'єктивно оцінює якість системи $C2$:

$$d(t_j + \Delta t_j) = I_{вих}(t_j + \Delta t_j) / I_{вх}(t_j) = 1 - \Delta I(\Delta t_j) / I_{вх}(t_j), \quad (4)$$

де $d(t_j + \Delta t_j)$ – достовірність визначення стану системи $C1$ в момент t_j.

Для опису якості роботи системи $C2$ на інтервалі довільної довжини $[0, t_k]$ можна ввести середню достовірність $\bar{d}(t_k)$ визначивши її зі співвідношення (4):

$$\bar{d}(t_j) = \sum_{j=1}^{k} d(t_j + \Delta t_j) I_{вих}(t_j + \Delta t_j) / \sum_{j=1}^{k} I_{вх}(t_j). \quad (5)$$

Зі співвідношення (4) видно, що введення надмірності в інформацію підвищує достовірність розв'язку. Цій же меті служить введення системи контролю (СК) до складу системи $C2$.

Якщо процес обчислень не є джерелом втрат інформації (в сенсі, вказаному в роботі [1]), то величина ΔI повністю визначається ентропією системи $C2$ з системою контролю $H(C2/CK)$, і отже, співвідношення (4) з урахуванням рівності (1) і малості Δt_j може бути записано у вигляді:

$$d(t_j) = 1 - H(C2/CK, t_j) / H(C1). \quad (6)$$

При порівняльному аналізі декількох варіантів побудови СК для системи $C2$ можна вибирати в якості критерію параметр $H(C2/CK, t_j)$. Зауважимо, що ця невизначеність є наслідком того, що з імовірністю $P_f(t_j)$ система $C2$ з *СК* видає правильне рішення про стан системи та з ймовірністю $Q_ф(t_j) = 1 - P_ф(t_j)$ – помилкове рішення. Імовірність $P_ф(t_j)$ визначає правильність функціонування системи $C2$ з *СК* (причому враховується можливість отримання правильного рішення при наявності несправностей в системі $C2$ і СК) і має сенс ймовірності функціонально безвідмовної роботи.

Значення $P_ф$ може бути знайдено розв'язком рівняння

$$H(C2/CK) = \eta(P_ф) - \eta(1 - P_ф) = 0 \quad (7)$$

для будь-якого заданого моменту часу.

Дослідимо зв'язок невизначеності $H(C2/CK)$ з основними параметрами *СК*. Найбільш загальним видом *СК* для обчислювальних пристроїв інформаційних систем є поєднання апаратного та тестового контролю. Така система подана в вигляді моделі наступного типу: контроль *К*, схильний до впливу помилок, безперервно контролює задану підмножину станів автомату *В*, також схильного до впливу помилок. Крім того, з досить великим періодом T включається тестовий контроль – програма перевірки працездатності (ППП)

автоматів B та K, що складається з s стимулів, що має повну тривалість $t(s)$ і надійність $P(s)$. Тривалість включення ППП τ – випадкова величина, середнє значення якої $\overline{\tau} < t(s)$.

На інтервалі $[0,T]$ ентропія $H(C2/CK)$ визначається параметрами системи $C2$ і апаратним контролем. При $0 \le t \le T$

$$H(C2/CK) = \frac{P}{n}[\eta(n) + \eta(1-n)], \tag{8}$$

де

$$1/n = 1 + [Q_0(q_0a_1 + q_na_2) + Q_n(p + q_0a_3 + q_na_4)]/P(p+q_n), \tag{9}$$

де P, Q_0, Q_n – ймовірність безвідмовної роботи, появи виявленої помилки і пропуску помилки відповідно (для автомата B); p, q_0, q_n – ймовірності, що мають аналогічний сенс, але розраховані для автомата K.

Розрахунки показують, що при $0 \le t \le 100$ год. функція (8) з достатньою для попередніх розрахунків точністю апроксимується лінійною зростаючою функцією

$$H(t) = H_0 + bt, \tag{10}$$

де H_0 – ентропія системи $C2$ з CK на початку робочого періоду; b – коефіцієнт пропорційності, що визначає якість апаратного контролю.

Після включення ППП тривалості $t(s_i)$, тобто після перевірки $C2$ тестом, що містить $1,2,...,s_i$ стимулів, ймовірність виявлення відмови дорівнює

$$Q_0^*(s_i) = \sum_{s=1}^{s_i} P_s^* \prod_{r=1}^{s-1}(1-P_r^*), \tag{11}$$

де P_r^* – відносна надійність перевірки r-м стимулом. Якщо стратегія перевірки строго оптимальна, тобто обрана за спаданням характеристик надійності частинних процедур $P_1^* > P_2^* > ...$, то можна показати, що в цьому випадку функція (10) може бути апроксимована безперервною функцією виду:

$$Q_0^*(t) = \frac{P(s)}{1-\exp[-\alpha t(s)]}[1-\exp(-\alpha t)],\ 0 \le t \le t(s). \tag{12}$$

де параметр α характеризує «швидкість» перевірки.

Вважаючи, що ймовірність виявлення помилки тестовим контролем $Q_0^*(t)$, (t), ймовірність пропуску помилки $Q_n^*(t)$ і ймовірність правильної роботи до моменту закінчення ППП пов'язані рівністю

$$Q_0^*(t) + Q_n^*(t) + P(t) = 1, \tag{13}$$

отримаємо, що ентропія системи $C2$ з CK в момент закінчення ППП (або, що те ж саме, на початку робочого періоду) за умови, що сигналу «помилка» немає, дорівнює:

$$H_0 = [1-Q_0^*(t)]\{\eta[1-P(t)-Q_0^*(t)] + \eta[P(t)]\},\ 0 \le t \le t(s). \tag{14}$$

Введені вище критерії оцінки ефективності можуть бути розраховані після обчислення $H(t)$ за формулою (10) з урахуванням співвідношення (14) після підстановки в (14) значень $Q_0^*(t)$.

Список використаних джерел

1. Виноград С. Надежные вычисления при наличии шумов: научное издание / С. Виноград, Д. Д. Коуэн; Пер. с англ. – М.: Наука, 1968. – 110 с.

2. Rebrov, O., Kozhushko, A., Kalchenko, B., Mamontov, A., Zakovorotniy, A., Kalinin, E., Holovina, E. (2020). Mathematical model of diesel engine characteristics for determining the performance of traction dynamics of wheel-type tractor. EUREKA: Physics and Engineering, 4, 90–100.

3. Мигаль В.Д., Лебедєв А.Т., Шуляк М.Л., Калінін Є.І. Оцінка інтелектуальних якостей автомобілів. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. 2019. №15. С. 213-228.

УДК 629.083

КРИТЕРІЇ ЯКОСТІ ОЦІНКИ СТАНУ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ В РОСЛИННИЦТВІ

Ю. І. КОЛЄСНІК, асистент
Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка
E-mail: julianakolesnik26@gmail.com

Стан технічної системи в ряді випадків може бути описано значеннями набору взаємопов'язаних параметрів $x_1, x_2, ..., x_n$, які можна представити в якості координати деякого вектору стану $\bar{X} = [x_1, x_2, ..., x_n]$. У цьому випадку завдання індивідуального передбачення (ІП) стану технічної системи, тобто передбачення, яке виконується для конкретної, окремо взятої системи, являє собою задачу екстраполяції багатовимірного випадкового процесу $\bar{X}(t) = [x_1(t), x_2(t), ..., x_n(t)]$. Визначення прогнозованих оцінок параметрів найчастіше здійснюється шляхом мінімізації дисперсії похибки передбачення за кожним параметром. Величина дисперсії похибки служить також критерієм якості передбачення.

При використанні ІП у задачах технічної діагностики такий критерій має низку недоліків, основними з яких є: труднощі врахування можливостей і ефективності інвестиційного проекту в деяких задачах технічної діагностики; трудність оцінки впливу взаємозв'язку параметрів на загальні результати прогнозу; не враховується форма закону розподілу похибки передбачення. Ці недоліки вимагають розробки більш загальних критеріїв якості передбачення.

Такі критерії можуть бути створені на основі інформаційного підходу до задачі ІП. На користь такого підходу свідчить також те, що методи теорії інформації отримали розвиток в різних завданнях технічної діагностики.

Середня кількість інформації (СКІ), одержуваної при здійсненні ІП стану технічної системи на деякий момент часу $t_p = t_k + \theta$, де t_k – момент часу останнього контролю параметрів, визначається як СКІ, що міститься в векторі прогнозованих оцінок параметрів $\bar{X}_{np}(t_p) = [x_{1np}(t_p), x_{2np}(t_p), ..., x_{nnp}(t_p)]$, про вектор стану $\bar{X}(t_p)$. Загальні вирази середньої кількості взаємної інформації, що міститься в двох векторах, є вельми громіздкими і малопридатними для практичних розрахунків. Тому скористаємося виразом, заснованим на кореляційних зв'язках процесів зміни параметрів:

$$I[\bar{X}_{np}(t_p) \to \bar{X}(t_p)] = \frac{1}{2}\log_2 \frac{\det A \cdot \det B}{\det C}, \quad (1)$$

де

$$A = \left\| R_{x_{inp}x_{jnp}}(t_p, t_p) \right\|, \; i, j = \overline{1,n}; \quad (2)$$

$$B = \left\| R_{x_i x_j}(t_p, t_p) \right\|, \; i, j = \overline{1,n}; \quad (3)$$

$$C = \left\| \begin{matrix} A & D \\ D^T & B \end{matrix} \right\|; \quad (4)$$

$$D = \left\| R_{x_{inp}x_j}(t_p, t_p) \right\|, \; i, j = \overline{1,n}, \quad (5)$$

де D^T – матриця, що отримана транспонуванням матриці D; $R_{x_{inp}x_j}(t_p, t_p)$, $R_{x_{inp}x_{jnp}}(t_p, t_p)$, $R_{x_i x_j}(t_p, t_p)$ – моменти кореляції, що зв'язують між собою значення параметрів $x_i (i = \overline{1,n})$ і прогнозовані оцінки значень параметрів x_{jnp} ($j = \overline{1,n}$) в момент часу t_p.

Значення прогнозованої оцінки $x_{jnp}(t_p)$ являє собою суму двох незалежних між собою випадкових величин

$$x_{jnp}(t_p) = x_i(t_p) + \varepsilon_i(t_p), \quad (6)$$

де $\varepsilon_i(t_p)$ – похибка передбачення параметра x_i на момент часу t_p.

Похибки передбачення різних параметрів незалежні між собою, тому моменти кореляційного зв'язку визначаються виразами

$$R_{x_{inp}x_j}(t_p, t_p) = R_{x_i x_{jnp}}(t_p, t_p) = R_{x_i x_j}(t_p, t_p);$$

$$R_{x_{inp}x_{jnp}}(t_p, t_p) = \begin{cases} \sigma^2_{x_i}(t_p) + \sigma^2_{\varepsilon_i}(t_p) : i \neq j \\ R_{x_i x_j}(t_p, t_p) : i = j \end{cases} \quad (7)$$

де $\sigma^2_{\varepsilon_i}(t_p)$ – дисперсія похибки передбачення.

Матриці D і D^T перетворюються до вигляду $D = D^T = B$. Величина СКІ, одержуваної при прогнозі стану технічної системи, враховує похибки передбачення і взаємозв'язок між параметрами і, отже, є критерієм якості.

Вираз (1) визначає собою точне значення СКІ, одержуваної при прогнозі для випадку, коли процеси зміни параметрів підкорюються нормальному закону розподілу. Для всіх інших законів розподілу цей вираз дає завищену оцінку.

У ряді завдань технічної діагностики критерії якості передбачення зручніше використовувати у відносній формі

$$\delta(\theta) = \frac{I[\bar{X}_{np}(t_p) \to \bar{X}(t_p)]}{I_{\max}[\bar{X}_{np}(t_p) \to \bar{X}(t_p)]}, \qquad (8)$$

де $I_{\max}[\bar{X}_{np}(t_p) \to \bar{X}(t_p)]$ – максимальне значення СКІ, яке може бути отримано за певних умов.

На основі виразу (8) може бути побудована ціла система оцінок, оскільки значення $I_{\max}[\bar{X}_{np}(t_p) \to \bar{X}(t_p)]$ визначається перш за все тією інформацією, яка може бути використана при прогнозі. Тому, визначаючи значення $I_{\max}[\bar{X}_{np}(t_p) \to \bar{X}(t_p)]$ для повністю заданої передісторії системи, для кінцевої передісторії, для передісторії з втратами інформації внаслідок дискретності контролю, з урахуванням помилок контролю в передісторії і т.п., можна досліджувати вплив довжини і дискретності передісторії, дисперсії помилок контролю і т.д. на якість передбачення.

Величина $I_{\max}[\bar{X}_{np}(t_p) \to \bar{X}(t_p)]$ визначається СКІ про прогнозований стан системи, що міститься у відповідній передісторії, що використовується для передбачення.

Ефективність здійснення прогнозу можна оцінити виразом:

$$\Delta(\theta) = \frac{I[\bar{X}_{np}(t_p) \to \bar{X}(t_p)]}{H[\bar{X}(t_p)]}, \qquad (9)$$

де $H[\bar{X}(t_p)]$ – завжди апріорна невизначеність стану системи. Для закону розподілу вектору $\bar{X}(t_p)$ величина $H[\bar{X}(t_p)]$ визначається наступним виразом:

$$H[\bar{X}(t_p)] = \frac{1}{2}\log_2(2\pi e)^n \det B. \qquad (10)$$

Список використаних джерел

1. Технические средства диагностировани : справочник / В. В. Клюев [и др.]; ред. В. В. Клюев. – М. : Машиностроение, 1989. – 672 с.

2. Воронин В.В. Диагностирование технических объектов: монография / В.В. Воронин. – Хабаровск: Издательство Хабар. гос. техн. университета, 2002. – 188 с.

УДК 629.083

ДІАГНОСТИКА ВІДМОВ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ДВЗ

Г. І. ЧЕРЕВАТЕНКО, асистент,
Р. М. ПЕТРОВ, магістр,
Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка
E-mail: nadezhnost@ukr.net

Під відмовами електронної системи керування ДВЗ (електронної моделі функціонування ДВЗ), що далі називатиметься просто моделлю, будемо розуміти всі несправності її елементів і порушення зв'язків між ними, а також помилки програмування, що допущені оператором при підготовці і наборі рівнянь системи.

Діагностика відмов в моделях, що описуються системами диференціальних рівнянь високого порядку, представляє трудомісткий процес, що не піддається, як правило, алгоритмізації і вимагає високої кваліфікації обслуговуючого персоналу. Застосовувані на практиці методи діагностики відмов передбачають розчленування моделі на частини. Нижче викладається метод діагностики, який не вимагає порушення зв'язків моделі і дозволяє автоматизувати процес діагностики за допомогою ПК.

Нехай модель описується заданою системою диференціальних рівнянь:

$$d\bar{x} / dt = B\bar{x}, \qquad (1)$$

де $\bar{x}(t)$ – n-мірний вектор координат; B – $n \times n$ матриця постійних коефіцієнтів b_{ij}.

Для локалізації відмов в моделі визначаються фактично встановлені на моделі коефіцієнти і порівнюються з відповідними коефіцієнтами системи (1).

Відомо, що будь-який частинний розв'язок системи (1) являє собою лінійну комбінацію n експоненціальних функцій з комплексними коефіцієнтами і показниками. Тому апроксимуємо кожну змінну зафіксованого перехідного процесу, отриманого при деяких початкових умовах, сумою з n експоненціальних функцій:

$$x_j(t) = \sum_{i=1}^{n} x_{ji}, \ \ j = \overline{1,n}, \qquad (2)$$

де $x_{ji} = A_{ji} e^{\gamma_i t}$; A_{ji}, γ_i – в загальному випадку комплексні числа.

Система рівнянь, що має частинним розв'язком функції (2), буде мати вигляд:

$$\begin{vmatrix} \frac{dx_j}{dt} & \frac{dx_{j1}}{dt} & \frac{dx_{j2}}{dt} & \cdots & \frac{dx_{jn}}{dt} \\ x_1 & x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_2 & x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_n & x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nn} \end{vmatrix}_{(j=1,2,\ldots,n)} = 0, \qquad (3)$$

або, з урахуванням x_{ji},

$$\begin{vmatrix} \frac{dx_j}{dt} & A_{j1}\gamma_1 & A_{j2}\gamma_2 & \cdots & A_{jn}\gamma_n \\ x_1 & A_{11} & A_{12} & \cdots & A_{1n} \\ x_2 & A_{21} & A_{22} & \cdots & A_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_n & A_{n1} & A_{n2} & \cdots & A_{nn} \end{vmatrix}_{(j=1,2,\ldots,n)} = 0. \qquad (4)$$

Розкладаючи визначники (4) за елементами першого стовпчика, отримаємо систему рівнянь, що фактично реалізована в моделі $d\bar{x}/dt = C\bar{x}$, де C – $n \times n$ матриця постійних коефіцієнтів $c_{ji} = (-1)^{(i-1)} D_{ji} / D$:

$$D_{ji} = \begin{vmatrix} A_{j1}\gamma_1 & A_{j2}\gamma_2 & \cdots & A_{jn}\gamma_n \\ A_{11} & A_{12} & \cdots & A_{1n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ A_{i-1,1} & A_{i-1,2} & \cdots & A_{i-1,n} \\ A_{i+1,1} & A_{i+1,2} & \cdots & A_{i+1,n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ A_{n1} & A_{n2} & \cdots & A_{nn} \end{vmatrix}, \qquad (5)$$

$$D = \begin{vmatrix} A_{11} & A_{12} & \cdots & A_{1n} \\ A_{21} & A_{22} & \cdots & A_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ A_{n1} & A_{n2} & \cdots & A_{nn} \end{vmatrix}. \qquad (6)$$

Порівняння матриць C та B локалізує відмови в моделі.

Головні сумніви застосовності методу відносяться до точності визначення коефіцієнтів c_{ji}. У зв'язку з цим передбачається обчислення оцінки точності

визначення кожного з коефіцієнтів, яке полягає в наступному. На основі заданих значень коефіцієнтів і встановлених початкових умов $\bar{x}(0)$ здійснюється розв'язок системи (1), який зводиться до вирішення повної проблеми власних значень для матриці B. Отриманий таким чином розв'язок називається розрахунковим на відміну від експериментального, отриманого за допомогою моделі. Виходячи із заданої максимальної похибки фіксації змінних в моделі і розрахункового розв'язку, знаходяться два граничних розв'язка.

Через програму діагностики відмов «пропускається» не тільки експериментальний розв'язок, але також і два граничних розв'язки, які дають для кожного шуканого коефіцієнта c_{ji} максимальне і мінімальне допустимі значення. Ознакою відмови в елементах моделі, які формують член рівняння $b_{ji}x_j$ є невиконання умови $c_{ji\min} \le c_{ji} \le c_{ji\max}$.

Зазначений шлях оцінки точності обчислення коефіцієнтів c_{ji} дозволяє по величині відхилення допустимих значень від заданого значення b_{ji} визначити більш і менш критичні коефіцієнти. Ступінь критичності коефіцієнта в даному випадку пропорційна величині цього відхилення. Коефіцієнти з великим ступенем критичності не можуть бути діагностовані за допомогою даного методу.

Список використаних джерел

1. Технические средства диагностировани : справочник / В. В. Клюев [и др.]; ред. В. В. Клюев. – М. : Машиностроение, 1989. – 672 с.

2. Воронин В.В. Диагностирование технических объектов: монография / В.В. Воронин. – Хабаровск: Издательство Хабар. гос. техн. университета, 2002. – 188 с.

УДК 629.083

ПЕРСПЕКТИВИ ДІАГНОСТИКИ ЕЛЕКТРИЧНИХ ЛАНЦЮГІВ

Г. І. ЧЕРЕВАТЕНКО, асистент,
В. С. БІЛИХ, асистент,
Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка
E-mail: b0938946904@gmail.com

Історично склалося так, що систематичні методи відшукування несправностей вперше знадобилися для діагностики електричних схем. Перша, що стала зараз класичною, робота Чегіс і Яблонського, була присвячена діагностиці релейно-контактних електричних схем і використовувала апарат математичної логіки.

Подальші дослідження - Брюль, Джонсона і Клетського, Согомонян та ін. - були спрямовані на розробку методів діагностики електронних (зокрема, електронних) аналогових схем, які за своєю структурою різко відрізняються від релейно-контактних схем. При цьому застосовувалися математичні моделі об'єктів діагностики, які також дозволяють використовувати апарат математичної логіки. Ці математичні моделі розглядають систему як деяке число в загальному випадку пов'язаних між собою функціональних елементів; ці елементи можуть перебувати в одному з двох несумісних станів: працездатний стан і стан відмови, причому при відмові хоча б одного з елементів вся система відмовляє [1]. Таким чином, область працездатності об'єкта діагностики (до якого можна застосувати логічні методи аналізу) повинна бути гіперкубом (гіперпаралелепіпед).

Викладений підхід до діагностики електричних схем може виправдовувати себе лише в тому випадку, якщо ці схеми розбити на блоки (підсхеми) і ці (досить великі) блоки розглядати як елементи об'єкта діагностики. Однак якщо в якості елементів розглядати власні елементи схеми як такої: опору, ємності, індуктивності, транзистори, тощо, то формально-логічний підхід виявляється неефективним. Дійсно, електричні схеми описуються лінійними алгебраїчними або диференціальними рівняннями або ж нелінійними рівняннями того ж типу, і заміна цього опису описом формально-логічним видається недостатньо природною. Крім того, навіть в найпростіших випадках область працездатності схеми виявляється настільки далекою від паралелепіпеда, що застосування логічної моделі недостатньо.

Отже, в даний час стоїть завдання розробки методів діагностики електричних схем, тобто методів визначення параметрів електричних схем без безпосереднього їх вимірювання, шляхом аналізу визначальних характеристик всієї схеми в цілому. Це особливо необхідно тоді, коли в принципі неможливо змінити параметри елементів окремо, з огляду на малогабаритності цих схем (особливо інтегральних, плівкових, тощо), або ж обмеженості часу. Метою такої діагностики можуть бути відновлення працездатності або прогнозування стану схеми, аналіз і оцінка технології виготовлення схем, а також обробка експериментальних даних для виявлення елементів, найбільш критичних до впливу несприятливих умов роботи схеми. Ті, які отримали поширення останнім часом методи контролю і діагностики, засновані на оцінці фізичного стану схеми, - такі, як вимірювання її власних шумів або теплових характеристик, дають можливість контролювати параметри лише деяких елементів, які беруть свої екстремальні значення, а контроль за допомогою граничних випробувань лише констатує факт наближення параметрів системи до своїх кордонів. Тому вирішальне значення мають електричні методи діагностики електричних схем, тобто вимір визначальних характеристик схеми та обробка їх з метою визначення параметрів елементів. В даний час відомі дослідження з діагностики електричних ланцюгів, наприклад, роботи, а контроль за допомогою граничних випробувань лише констатує факт наближення параметрів системи до своїх границь. Тому вирішальне значення

мають електричні методи діагностики електричних схем, тобто, вимір визначальних характеристик схеми та обробка їх з метою визначення параметрів елементів. В даний час відомі дослідження з діагностики електричних ланцюгів, наприклад роботи Берковіца, Вексельблата, Кратон, Ліберсон і ін. [2 – 3]. У цих статтях розглянуті питання про необхідні числа вимірювань для «розв'язання» схеми щодо будь-якого елементу і запропоновані деякі алгоритми визначення параметрів елементів (визначення елемента, що відмовив).

При аналізі електричних схем з метою їх діагностики все елементи умовно можна розбити на дві групи: елементи, що забезпечують нормальний режим роботи схеми, і елементи, що забезпечують створення заданих характеристик схеми, якщо вона перебувати в нормальному режимі. Таке розбиття корисно в тому відношенні, що для аналізу схеми, що складається з елементів першої групи, простої математичної моделі, яка передбачає роботу схеми лише в сталому режимі; крім того, вимірювання режимів роботи схеми (зокрема, електронних і напівпровідникових приладів) досягається порівняно простими засобами.

Завдання визначення параметрів другої групи елементів складніша. Під характеристиками електронних схем найчастіше розуміються її характеристики в перехідному режимі: імпульсні, перехідні або частотні.

Для діагностики необхідно мати можливість отримувати досить точні залежності між визначальними параметрами систем і параметрами її елементів. Причому ці залежності можуть мати як детермінований, так і ймовірнісний характер.

В роботі [6] були проаналізовані можливості створення досить потужного універсального обчислювального інструменту, придатного для вирішення завдань аналізу функціонування електронних схем, як на етапі їх синтезу, так і аналізу діючих систем з метою їх діагностики, розрахунку надійності, тощо. Таким інструментом може бути лише спеціалізована алгоритмічна мова для аналізу, синтезу і діагностики електронних систем. Надалі, для стислості, будемо його називати мовою АСД.

Основними вихідними даними для розрахунків на мові АСД повинні бути не рівняння, що описують роботу схеми, а сама принципова схема разом з характеристиками елементів, вузлів, обмеженнями, які накладаються на роботу схеми; послідовність розрахунку, в основі своїй базується на наявній бібліотеці стандартних програм (СП), і, нарешті, сформульована на цій мові мета розрахунку.

Дослідження можливостей алгоритмізації розрахунків надійності та розрахунків, пов'язаної з діагностикою радіоелектронних ланцюгів, показало, що мова АСД може з'явитися багатообіцяючим потужним інструментом для вирішення поставлених завдань, які представляють інженеру можливість виконання найбільш кваліфікованої частини роботи - формулювання поставлених завдань на мові АСД і обмежень, що накладаються на алгоритм рішення.

Список використаних джерел

1. Г. Ф. Верзаков, Н. В. Кіншт, В. І. Рабинович, Л. С. Тімонен. Ведення в технічну діагностику. М., изд-во «Енергія», 1968.
2. RS Bercowitz. Conditions for network-element-value solvability. - IRE Trans., 1962, CT-9, N 1
3. RS Bercowitz, RL Wexelblat. Statistical considerations in element value solutions. - IRE Trana., 1962, MIL-9, N 3.
4. SD Bedrosian, RS Bercowitz. Solutions procedure for single-element-kind networks. - IRE Internat. Convent. Rec., 1962.
5. IEEE Trans. on Aerospace. Proc. Internat. Conf. and Exhibit on Aerospace Support, AS-1, 1963, N 2.
6. Н. В. Кіншт, А. Н. Кіншт. Деякі із питання алгоритмізації розрахунків надійності і відшукання несправностей радіоелектронних пристроїв на ЦВМ. Матеріали Сибірської конференції по надійності і якості виробів радіоелектроніки та приладобудування, т. II. Новосибірськ, 1969.

УДК 629.083

СПОЛУЧЕННЯ НЕСПОДІВАНИХ І ОЧІКУВАНИХ ВІДМОВ ЗА ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ДОВГОВІЧНОСТІ ВИРОБІВ

Ю. І. КОЛЕСНІК, асистент,
В. С. БІЛИХ, асистент,
Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка
E-mail: b0938946904@gmail.com

Показник довговічності (ресурс) – вважається вичерпаним в тому випадку, коли вироби (деталі, агрегати, машини) досягають граничних станів. Граничні стани виробів визначаються неможливістю їх подальшої експлуатації або через руйнування, або через граничне зношування (деформація), або внаслідок неприпустимого збільшення питомих витрат коштів через ненадійність (витрат коштів на підтримку машин в працездатному стані), або через непереборні порушення вимог техніки безпеки [2]. В основі двох останніх причин виникнення граничних станів виробів лежать знову-таки руйнування або граничні зношування (деформація) їх деталей і агрегатів. Таким чином, основних причин виникнення граничних станів дві: несподівані і очікувані відмови.

У кожного виробу можливо виникнення несподіваних відмов і неминучі очікувані відмови. У разі несправності конструювання або виготовлення виробів, несподівані відмови можуть мати систематичний характер і

відбуватися на більшості виробів. Графіки параметра і характеристики потоку відмов наведені на рис.1, а і б.

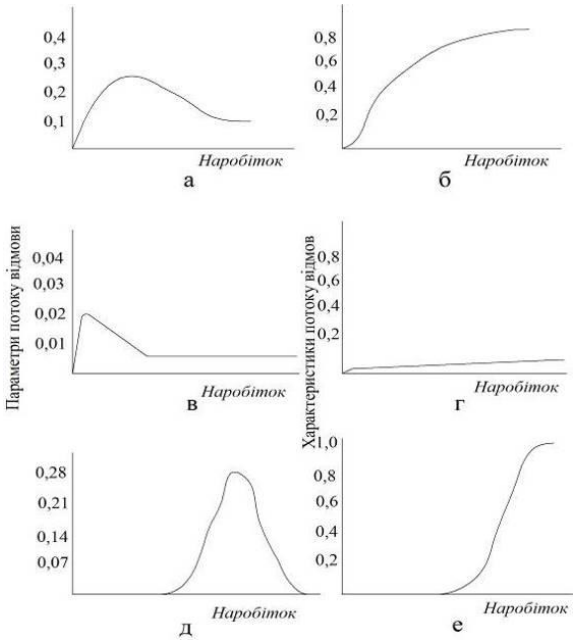


Рис. 1. Схеми параметрів і характеристики потоків несподіваних і очікуваних відмов

При випробуванні сукупності виробів показали, що їх довговічність залежить від поєднання несподіваних і очікуваних відмов. Для випадку, коли несподівані відмови мають систематичний характер і відбувається на більшості виробів, вони визначають величину γ-процентного ресурсу (рис. 2, а і б). на більшості виробів не може бути очікуваних відмов, так як до того напрацювання, при якому вони повинні виникати, вироби вже виходять з ладу внаслідок несподіваних відмов (на рис. 2, а і б можливий параметр і характеристика потоку очікуваних відмов нанесені пунктиром). Схема розподілу по інтервалах напрацювання несподіваних і очікуваних відмов для правильно сконструйованих і виготовлених виробів, а також характеристика потоку відмови представлені на рис. 2, в і г. Там же нанесена кумулятивна крива зносостійкості при тому разі, коли всі очікувані відмови відбуваються через граничне зношування деталей виробів.

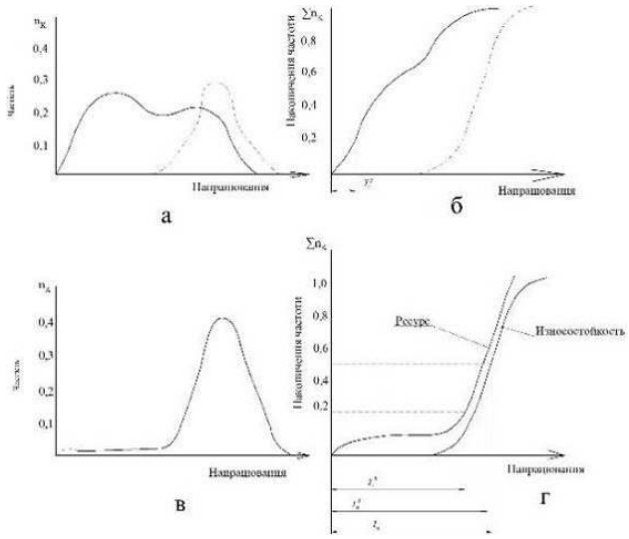


Рис. 2. Схеми визначення показників довговічності машин по сполученням несподіваних і очікуваних відмов

Розгляд графіків рис. 1 і 2 дозволяє зробити наступні висновки:

1. При визначенні показників довговічності виробів враховують як несподівані, так і очікувані відмови, які викликають граничні стани виробів;

2. γ- процентні ресурси виробів можуть бути вичерпані внаслідок виникнення як несподіваних, так і очікуваних відмов;

3. вичерпування γ- процентних ресурсів через виникнення несподіваних відмови вказує на те, що виріб сконструйовано, або виготовлено неправильно;

4. У правильно сконструйованих і добре виготовлених виробів несподівані відмови і деформації деталей, що викликають граничні стани, виникають з малою інтенсивністю, тому відмінність значень зносостійкості і ресурсів, як правило, невелика (на рис. 2, г показані значення медіанного ресурсу $T_{м}^{р}$ і медіанної зносостійкості $J_{м}$).

Розглянуті особливості показників надійності і довговічності, а також особливості виникнення відмов ремонтованих машин повинні враховуватися при розробці методик прискорених випробувань.

Список використаних джерел

1. Азгальдов А. А. методи вимірювання і оцінка якості продукції «Стандарти та якість», № 8, 1969.

2. ГОСТ 13377-67. «Надійність в техніці. Терміни ».

3. Гнеденко Б. В. та ін. Математичні методи в теорії надійності. М., Изд-во «Наука», 1965.

4. Дербішер А. В. термінологічні проблеми стандартизації та управління якістю продукції. «Стандарти та якість», № 8, 1969.

УДК631.3

КРАМАРОВ В. С. – КЕРІВНИК ДИПЛОМНИХ РОБІТ

М. Д. РОМАСЬ, інженер-механік
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Під керівництвом Володимира Савича мені, випускнику факультету механізації сільського господарства Української сільськогосподарської академії (УСГА), в 1974 році необхідно було виконувати дипломний проект на тему «Реконструкція Обухівської ремонтної майстерні на ремонт шасі трактора МТЗ». Дипломне проектування проходило на кафедрі ремонту машин (сьогодні – кафедра надійності техніки).

Не зважаючи на зайнятість, Володимир Савич знаходив час для проведення консультацій та надання настанов за темою дипломного проекту, що тривали 1-2 години. Такі консультації зводилися до того, що Володимир Савич говорив надто швидко, а я тільки слухав та інколи задавав питання, не встигаючи записувати. Записував його поради та настанови, щоб не забути, уже в коридорі на підвіконнику.

Переддипломна практика проходила безпосередньо в ремонтній майстерні Обухівської сільгосптехніки. Мені треба було вивчити стан справ щодо території, приміщень, задіяних технологій та обладнання безпосередньо в майстерні.

Реконструкція ремонтної майстерні передбачала використання напрацювань кафедри ремонту УСГА машин стосовно графіків погодження операцій, що забезпечують послідовність виконання робіт та визначають послідовне розміщення ремонтних виробництв та обладнання від мийки до виходу готової продукції.

Володимир Савич доручив мені сфотографувати ремонтний фонд на території ремонтної майстерні, що я і зробив, взявши з собою фотоапарат. Це не могло бути непоміченим тому, що по приїзду після вихідних до сільгосптехніки весь ремонтний фонд замість хаотичного зберігання був розташований на майданчиках чітко по рядах.

При проектуванні реконструкції майстерні була використана послідовність погоджених операцій, необхідне технологічне обладнання та пристосування в умовах наявного приміщення. Однак виникла необхідність розширення виробничих площ за рахунок добудови нових приміщень.

Всі зазначені роботи велися за погодженням і рекомендаціями професора Крамарова В.С. Остання його консультація була присвячена оформленню дипломного проекту з пояснювальною запискою та необхідними кресленнями. Це було на передодні його тривалого відрядження, тому він загадав мені принести наступного дня всі листи для креслень із заготовленими рамками, де треба було поставити йому свій підпис. Я це зробив, а потім листи заповнив необхідними кресленнями. При отриманні рецензій та захисті дипломного проекту відчувався його заслужений авторитет серед фахівців-ремонтників.

Через 10 років, на зустрічі наших випускників факультету механізації сільського господарства УСГА ми згадали наші побутові умови та побували в гуртожитку № 8, де проживали під час навчання. В одній із кімнат гуртожитку на столі лежала пояснювальна записка до мого дипломного проєкту, що використовувалась студентами як зразок.

Працюючи в науково-дослідному інституті, я мав відрядження до Обухівської сільгосптехніки, де звернув увагу на те, що до старої майстерні були добудовані нові приміщення за планом, схожим до результатів дипломного проекту.

Можливо, це збіг обставин, але безсумнівно викладацька діяльність, зокрема, супроводження і керівництво дипломними проектами професором Крамаровим В. С. проводилися на високому професійному і науковому рівні.

Зі спогадів випускника факультету механізації сільського господарства 1974 року УСГА, М.Д. Ромася.

УДК 629.083

ФАЗОВЕ ЗМІЦНЕННЯ СТАНІВ В АНАЛІЗІ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМ

Ю. І. КОЛЄСНІК, асистент,
Р. М. ПЕТРОВ, магістр,
Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка
E-mail: princemouse2@gmial.com

Сучасна математична теорія надійності є досить розвинений науковий напрям, що включає різноманітні методи дослідження, в тому числі теоретико-імовірнісні, статичні, оптимізаційні та ін. Істотну роль в додатках теорія надійності грають експериментальні методи досліджень з урахуванням фізико-хімічних процесів.

Методична сутність асимптотичних методів полягає в наступному. Об'єктивний аналіз надійності реальної системи можливий при наявності досить чіткої і повної математичної моделі системи. Для отримання достовірних висновків про надійність складної системи необхідно вихідну, досить повну (а значить, і складну) математичну модель спростити обґрунтованими математичними методами.

Одним з ефективних методів спрощеного аналізу складних систем є фазове зміцнення станів стохастичних систем, функціонування яких описуються стрибкоподібними випадковими процесами [4, 5].

Основна математична пропозиція, при якій обґрунтовуються алгоритми фазового зміцнення, полягає в тому, що реальна система описується напівмарковським процесом [4]. Конструктивно напівмарковських процес можна задати процесом марковського відновлення (ПМВ) (ξ_n, θ_n, $n \geq 0$) За допомогою напівмарковських ядер [4]:

$$Q(t,x,B) = P\{\xi_{n+1} \in B,\ \ \theta_{n+1} \leq t / \xi_n = x\}. \qquad (1)$$

тут $x \in E$, $B \subset E$, $t \geq 0$.

Перший компонент ξ_n задає стан системи і утворює вкладений ланцюг Маркова з вірогідністю переходу

$$Q(t,x,B) = Q(+\infty,x,B) = P\{\xi_{n+1} \in B / \xi_n = x\}. \qquad (2)$$

Другий компонент θ_{n+1} задає час перебування системи в стані ξ_n з функціями розподілу

$$G_x(t) = Q(t,x,E) = P\{\theta_{n+1} \leq t / \xi_n = x\}. \qquad (3)$$

Зокрема, якщо напівмарковське ядро має вигляд:

$$Q(t,x,B) = P(x,B)\left(1 - e^{-\Lambda(x)t}\right), \qquad (4)$$

то відповідний напівмарковських процес є однорідним марковским процесом, у якого час перебування в станах показово розподілено з параметром $\Lambda(x)$, що залежать від стану системи $x \in E$.

Напівмарковські моделі стохастичних систем мають істотні обмеження, які виражаються властивістю [1] полумарковості станів: зміна станів системи описується однорідним ланцюгом Маркова, а часи перебування в станах залежать тільки від даного стану. Обмеженість напівмарковських моделей можна подолати, розширюючи фазовий простір фізичних станів до напівмарковських станів. При цьому, звичайно, ускладниться математична модель системи. Однак якщо напівмарковських процес в розширеному фазовому просторі станів ергодичний або близький до ергодичного, то до нього застосовні алгоритми фазового укрупнення [5].

Припустимо, що реальна система близька до деякої опорної системі, функціонування якої описується ПМВ (ξ_n^0, θ_n, $n \geq 0$) З напівмарковським ядром:

$$Q^0(t, x, B) = P^0(x, B) G_x(t). \quad (5)$$

При цьому вкладений ланцюг Маркова опорної системи (ξ_n^0, $n \geq 0$) ергодичний з кінцевим числом класів ергодичних станів E_k, $k = 1, \bar{N}$: $E = \bigcup_{k=1}^{N} E_k$. Шлях $\rho_k(B)$, $k = 1, \bar{N}$ - стаціонарний розподілу вкладеного ланцюга Маркова (ξ_n^0, $n \geq 0$) на класах E_k. Фізична інтерпретація близькості реальної системи до опорної означає, що реальна система в основному функціонує в будь-якому з класів станів E_k і лише зрідка, з малою ймовірністю, переходить з одного класу в інший. Опорна система функціонує в тому класі станів, в якому знаходиться початковий стан.

Алгоритм фазового укрупнення полягає в тому, що стан кожного класу E_k укрупнюються (об'єднуються) в один стан e_k. У новому укрупненому фазовому просторі $\hat{E} = \{e_1, e_2, \ldots, e_n\}$ задається укрупнений ПМВ ($\hat{\xi}_n$, $\hat{\theta}_n$, $n \geq 0$), який наближено описує функціонування реальної системи за класами E_k.

Напівмарковське ядро укрупненого ПМВ ($\hat{\xi}_n$, $\hat{\theta}_n$, $n \geq 0$) Задається формулами (6) - (8):

$$\hat{Q}_{kr}(t) = p_{kr}\left(1 - e^{-\Lambda_k t}\right). \quad (6)$$

Ймовірності переходу укрупненого вкладеного ланцюга Маркова ($\hat{\xi}_n$, $n \geq 0$)

$$p_{kr} = \int_{X_k} \rho(dx) P(x, X_r)/q_k, \; q_{kr} = \int_{X_k} \rho_k(dx) P(x, \bar{X}_k), \; k = 1, \bar{N}, r = 1, \bar{N}. \quad (7)$$

тут $\bar{X}_k = X / X_k$.

Параметри часів перебування в станах

$$\Lambda_k = q_k / m_k, \; m_k = \int_{X_k} \rho_k(dx) m(x), \; k = 1, \bar{N}. \quad (8)$$

тут $m(x) = M\theta_x = \int_0^{\infty} \left[1 - G_x(t)\right] dt$ -середні часи перебування реальної системи в станах $x \in X$.

Обґрунтуванням алгоритмів фазового укрупнення служать граничні теореми для напівмарковських процесів виду

$$\lim_{\varepsilon \to 0} \hat{s}_\varepsilon(t/\varepsilon) = \hat{s}(t).$$

тут $s_\varepsilon(t)$ - напівмарковських процес, що описує функціонування реально системи; $\hat{s}(t)$ - напівмарковських процес, що описує функціонування укрупненої системи, тобто визначається напівмарковським ядром (6). знак «$\wedge$» означає, що вихідний процес $s_\varepsilon(t/\varepsilon)$ розглядається в укрупненому фазовому просторі станів $\hat{E}$. Граничні теореми типу фазового укрупнення означають: чим ближче вихідний процес $s_\varepsilon(t)$ до опорного $s_0(t)$ тим точніше укрупнений процес $\hat{s}(t)$ описує еволюцію вихідної системи в укрупненому фазовому просторі $\hat{E}$ в новому масштабі часу $\tau = t/\varepsilon$. Відзначимо, що укрупнена система будується без застосування операції граничного переходу.

Межі використання методу фазового укрупнення пов'язані перш за все з обґрунтуванням алгоритмів у вигляді граничних теорем. Практичне застосування алгоритмів фазового укрупнення не пов'язаний з математичними обмеженнями, а визначається лише вихідною кількісною інформацією про функціонування системи у вигляді перехідних ймовірностей вихідного вкладеного ланцюга Маркова; середніх часів перебування в окремих (напівмарковських) станах. Ці кількісні характеристики необхідні для застосування алгоритмів фазового укрупнення.

В даний час методи фазового укрупнення станів досить ефективно використовуються в аналізі надійності багатокомпонентних високонадійних систем.

Список використаних джерел

1. Гнебенко Б. В., Бєляєв Ю. К., Солов'ев А. Л. Математичні методи в теорії надійності. - М .: Наука, 1965. - 523 с.
2. Козлов Б. А., Ушаков І. А. Довідник з розрахунку надійності апаратури радіоелектроніки та автоматики. - М .: Сов. радіо, 1975. - 429
3. Коваленко І. Н. Дослідження з аналізу надійності складних систем. - Київ: Наук. думка, 1975. - 212 с.
4. Королюк В. С., Турбін А.Ф. Напівмарковських процеси та їх застосування. - Київ: Наук. думка, 1978. -184 с.
5. Королюк В. С., Турбін А.Ф. фазовий укрупнення складних систем. - Київ: Вища школа, 1978. -111 с.

УДК УДК 62-93:681.5

ОГЛЯД ОСНОВНИХ ВІДМОВ ВІДЦЕНТРОВИХ НАСОСІВ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ В СИСТЕМАХ ЗРОШУВАННЯ

С. В. МІНЕНКО, кандидат технічних наук, доцент,
В. М. САВЧЕНКО, кандидат технічних наук, доцент,
О. А. МАХОВ, аспірант
Поліський національний університет
E-mail: dgs-ua1@ukr.net, dgs-ua@ukr.net, zt.tiva@gmail.com

Відцентрові насоси - це один із найбільш широко використовуваних у світі тип насосів, який має широкий спектр застосування, від переробки їжі до транспортування води або стічних вод. Проблеми, що виникають у цих машинах, зменшують потік рідини в трубопроводах, тим самим перериваючи виробництво та транспортування рідини. Це може призвести до того, що інші частини технологічної системи працюють не правильно Як результат, необхідно, щоб ці насоси контролювались належним чином, діагностувались, обслуговувались або замінювались до того, як насос вийшов з ладу, щоб зменшити час простою, матеріальні витрати та затрати робочої сили.

Насоси та пов'язані з ними системи мають важливе значення в широкому діапазоні промислових застосувань для ефективного транспортування рідин, від чистої води до стічних вод. Відомо, що відцентрові насоси, які є загальноприйнятими в промисловості, виходять з ладу внаслідок проблем, що виникають у рідині, таких як кавітація, та механічні несправності -підшипники та ущільнення

Несправності насоса призводять до експлуатаційних змін, що знижують ефективність або призводять до поломки насоса. Існує 12 основних відмов, які виникають у насосах під час використання. Ці несправності, що включають як механічні, так і гідравлічні відмови, обговорювались у літературі протягом багатьох років у найрізноманітніших галузях промисловості.

Гідравлічні несправності виникають внаслідок зміни тиску в запірній арматурі або в трубах, що ведуть до насоса, внаслідок зміни таких факторів, як температура, швидкість потоку рідини та об'ємна швидкість потоку рідини. До таких несправностей відноситься кавітація, перепади тиску, радіальні та осьові напруження

Механічні несправності можуть виникати в різних частинах насоса, включають вихід з ладу підшипників, ущільнення, неправильне змащення в насосі, надмірні вібрації та втому самого насосу

Також існують деякі відмови, які не підпадають під категорії гідравлічних або механічних проблем. Ці відмови іноді бувають структурними, наприклад, спричинені ерозією та корозією, або є результатом надмірного споживання енергії чи блокуванням робочого колеса насоса.

Майбутнє бачення - це інтегрована система моніторингу стану та управління справним станом насосів та насосних станцій, здатна попереджати операторів про можливість настання відмови, щоб зменшити витрати на технічне обслуговування, покращити доступність обладнання та запобігти значним пошкодженням.

Список використаних джерел

1. S. Shiels, "Optimizing centrifugal pump operation," *World pumps,* vol. 2001.
2. Karassik, Igor J., J. P. Messina, P. Cooper, and C. C. Heald, *Pump Handbook (3rd Edition)*. New York: McGrawHill, 2001.
3. Турк, В.И. Насосы и насосные станции / В.И. Турк, А.В. Минаев, В.Я. Карелин. - М.: Стройиздат, 2001. - 296 с.
4. Лобачев, П.В. Насосы и насосные станции / П.В. Лобачев. - М.: Стройиздат; Издание 3-е, перераб. и доп., 2000. - 320 с.

УДК 614.8:631.3

ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНКИ РОБОЧИХ МІСЦЬ ЗА УМОВАМИ ПРАЦІ ТРАКТОРИСТІВ-МАШИНІСТІВ АПК

Є. І. МАРЧИШИНА, доцент, канд. с.г. наук
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: marchyshyev@gmail.com

За даними ННДІПБОП та ІМП НАМН, структура професійної захворюваності в АПК формується насамперед за рахунок працівників двох професій - трактористів-машиністів АПК (46%) та операторів машинного доїння (28%). Варто зазначити, що частота первинної інвалідності трактористів-машиністів сільськогосподарського виробництва в 1,5 рази вища, ніж загалом у галузі. У процесі проведення оцінки робочих місць за умовами праці, встановлено, що трактористи-машиністи сільськогосподарського виробництва піддаються впливу комплексу несприятливих виробничих чинників, зокрема, несприятливих мікрокліматичних умов, запиленості повітря, підвищених рівнів шуму та вібрації. Вони контактують з паливно-мастильними матеріалами, мають високі фізичні навантаження, нераціональний режим праці та відпочинку та нервово-емоційну напруженість. Робочий день тракториста-машиніста значно перевищує нормативні 8 годин і доходить в сезонні періоди до 12-14 годин. Робочий день тракториста-машиніста значно збільшений і має дуже високу щільність: за результатами хронометражних досліджень - до 95%. Всі ці чинники зокрема або комплексно шкідливо впливають на організм працівників та їх здоров'я.

При оцінці умов праці найвищий клас шкідливості відзначається за показниками «напруженість праці» з групи «емоційні навантаження», з огляду на те, що трактористи-машиністи несуть відповідальність за функціональну якість основної роботи, оскільки невиконання її тягне за собою додаткових зусиль всього колективу. Крім того, під час виконання робіт існує ризик для власного життя тракториста-машиніста, а також є відповідальність за безпеку інших осіб. Однак і без додаткового психоемоційного навантаження умови праці на сільськогосподарській техніці оцінюють як напружені, тому що вимагають сприйняття сигналів з наступною комплексною оцінкою усіх виробничих параметрів, що характеризують не тільки дії з управління транспортним засобом, а й дії з підтримки заданих параметрів технологічного процесу. Тому при проведенні оцінки умов праці на робочому місці тракториста необхідно характер виконуваної роботи на сільськогосподарській техніці оцінювати як шкідливі умови праці 3 класу 1 ступеню (робота в умовах дефіциту часу), тому що посівна кампанія та збирання урожаю проходять у стислі часові терміни. При оцінці сенсорних навантажень слід врахувати, що трудова діяльність під час роботи на сільськогосподарській техніці характеризується значною концентрацією і перемиканням уваги та навантаженням на аналізатори. Рівні показників напруженості сенсорних навантажень, насамперед, тривалість зосередженого спостереження, щільність сигналів, число виробничих об'єктів одночасного спостереження можуть коливатись залежно від виду виконуваних робіт та марки техніки.

За підсумками оцінки робочих місць за умовами праці можна зробити висновок, що умови праці працівників за професією тракторист-машиніст на традиційних машинах за показниками важкості та напруженості трудового процесу відносяться до шкідливих (3 клас). Серед найбільш значущих параметрів оцінки умов праці механізаторів слід зазначити ступінь ризику для власного життя та ступінь відповідальності за безпеку інших осіб (3 клас 2 ступінь).

При переході на сучасну техніку характер праці та вид навантажень змінюється. Більшість небезпечних і шкідливих факторів (шум, вібрація, запиленість, загазованість, параметри мікроклімату) різко зменшуються до допустимих рівнів при використанні тракторів і комбайнів зарубіжного виробництва.

Застосування супутникових систем водіння знімає навантаження з оператора для підтримки ідеального маршруту, тому інші фази роботи можуть виконуватися ще якісніше. Але, при впровадженні супутникового водіння підвищується монотонність виробничої обстановки, одноманітність подразників і мале число елементів (прийомів) з переключення органів управління і підтримки ходу технологічного процесу. Значний внесок у навантаження органів зору і відчуття монотонності вносять лопаті мотовил збиральної техніки, що обертаються перед очима протягом багатьох годин, безперервно «набігають» одноманітність стерні, зораного ґрунту або колосся зернових культур.

При переході на сучасну техніку виникають нові види ризиків внаслідок поєднання традиційної напруженості тракториста з напруженістю диспетчера і оператора ПЕОМ. Умови роботи за відеотерміналом протилежні тим, які звичні для очей тракториста-машиніста. У традиційному тракторі тракторист-машиніст сприймає в основному відображене світло, а об'єкти спостереження безперервно перебувають у полі зору протягом хоча б кількох секунд. При роботі за відеотерміналом трактористу-машиністу доводиться мати справу з об'єктами, які випромінюють світло (самосвітяться), і дискретним (мерехтливим з великою частотою) зображенням, що збільшує навантаження на очі. Напружена зорова робота викликає порушення органів зору, що може викликати головний біль, посилення нервово-психічної напруги, зниження працездатності.

Системи супутникового водіння дозволяють працювати в нічний час, що стимулює бажання роботодавців на максимальне використання техніки і скорочення за рахунок цього періодів пікових робіт, щоб встигнути зберегти вологу при весняній сівбі, запобігти осипанню зерна в період збирання врожаю і вкластися в оптимальні терміни сівби озимих. Але при цьому зростають загрози для здоров'я тракториста-машиніста внаслідок збою особистих біоритмів, що також веде до підвищеної стомлюваності, зниження уваги і порушення пам'яті. При автоматизації управління МТА і виносу контрольних параметрів на відеотермінали знижується необхідність в додаткових рухах тракториста-машиніста сільськогосподарського виробництва для контролю за станом агрегату, ґрунту, посівів тощо. Тому можна прогнозувати у механізаторів появу нових видів професійних захворювань. Робоче положення тракториста-машиніста АПК «сидячи» супроводжується статичним навантаженням значної кількості м'язів ніг, плечей, шиї і рук, що дуже втомлює. М'язи перебувають тривалий час в скороченому стані і не розслабляються, що погіршує кровообіг. Внаслідок цього виникають больові відчуття, гіподинамія, відбувається зниження споживання кисню тканинами організму, уповільнюється обмін речовин, що сприяє розвитку атеросклерозу, ожиріння, може стати причиною дистрофії міокарда, хронічного головного болю, запаморочення, безсоння. А це є ризиком зростання помилок і нещасних випадків.

При роботі на сучасних тракторах, оснащених кондиціонерами, у трактористів-машиністів виникає застуда від перепаду температур, оскільки їм доводиться залишати кабіну з працюючим кондиціонером і виходити в поле для регулювання, очищення робочих органів, заправки обприскувачів тощо. Також кондиціонери є причиною прояви такого захворювання, як легіонельоз. Причина - накопичення у повітроводах та фільтрах кондиціонера водного конденсату в суміші з органічної пилом, що є живильним середовищем для розвитку бактерій.

Службам охорони праці сільськогосподарських підприємств АПК, що використовують принципово нові системи механізації, комп'ютерні та супутникові технології у рільництві, необхідно враховувати зміни видів

шкідливих умов і небезпек. При проведенні оцінки необхідно врахувати наявність нових факторів трудового процесу. Причому умови праці в тракторах з моніторами, тракторах з супутниковими системами водіння і в таких же моделях без зазначених систем не можуть вважатись як аналогічні та повинні розглядатись як самостійні об'єкти. Повинні бути розроблені та реалізовані заходи щодо запобігання втоми, спрямовані на недопущення глибоких стадій втоми і перевтоми трактористів, прискорення відновлення уваги та працездатності.

Список використаних джерел

1. Войналович О.В., Марчишина Є. І., Кофто Д. Г. Охорона праці у галузі (автомобільний транспорт). К: Центр учбової літератури, 2018. 695 с.

2. Войналович О. В., Марчишина Є. І., Білько Т.О. Охорона праці у сільському господарстві. К: Центр навчальної літератури, 2017. 691 с.

3. Войналович О. В., Марчишина Є. І., Кофто Д. Г. Безпека виробничих процесів у сільськогосподарському виробництві. К: Видавничий центр НУБіП України. 2015. 418 с.

ЗМІСТ

стор.

Секція 1 *«Надійність і ремонт технічних систем»*

Історія становлення теорії надійності техніки
А. В. Новицький, З. В. Ружило 8

Ефективність, якість та надійність реалізацій операцій в транспортно-виробничих системах
В. В. Аулін, А. В. Гриньків, С. В. Лисенко, Д. В. Голуб, О. М. Лівіцький, В. О. Дьяченко 10

Еволюція світового та вітчизняного виробництва водневих ДВЗ (XVIII –XX ст.)
С. М. Герук 15

Електромобілі: історія зародження та сьогодення
С. М. Герук, О. М. Сукманюк 18

Прогнозування надійності багатоелементних технічних систем за раптових відмов
О. І. Алфьоров 22

Системно-спрямований підхід до формування інтелектуальної системи технічного сервісу
В. В. Аулін, А. В. Гриньків, С. В. Лисенко, О. М. Лівіцький, А. О. Головатий 25

Інноваційна технологія припрацювання спряжень деталей транспортних машин та мобільної сільськогосподарської техніки
В. В. Аулін, С. В. Лисенко, А. Є. Чернай, В. В. Слонь, А. П. Лукашук 32

Функції інтелектуальності транспортно-виробничих систем та можливості їх архітектури
В. В. Аулін, А. В. Гриньків, Д. В. Голуб, В. О. Дьяченко, А. О. Головатий 36

Електрохімічний датчик кисню
А. А. Троц, А. А. Засунько, С. З. Хмельовська 45

Формування системи технічного обслуговування і ремонтування засобів для приготування і роздавання кормів
А. В. Новицький 48

Основні вимоги безпеки та захисту здоров’я під час використання виробничого обладнання працівниками
Є. І. Марчишина 49

Дослідження закономірностей зміни затрат на технічне обслуговування та ремонтування тракторів в Україні
В. І. Скібчик 52

З історії забезпечення надійності: застосування моделювання
А. В. Новицький, В. І. Мельник, Ю. І. Ревенко 55
Підвищення експлуатаційної стійкості деталей за відновлення з використанням модифікуючих домішок з алмазною фракцією
Т. С. Скобло, А. А.Нещерет 58
Методика оцінювання якості поточного ремонту технологічного обладнання підприємств
В. А. Бантковський, Д. В. Гнідь, В. М. Булат 59
Поверхнево-пластичне деформування зубчастих коліс
Є. А. Мінько 62
Ремонт корінних опор блок-картера
А. І. Заставський 65
Розроблення способу підвищення зносостійкості культиваторних стрілчастих лап
І. М. Рибалко, А. В. Захаров 68
Підвищення зносостійкості паливної апаратури дизелів інтегрованим газополуменевим напилюванням
Є. С. Дерябкіна, В. В. Сіренко 71
Дослідження впливу режимів нанесення зміцнювальних покриттів на лапи культиваторів методом технологічної конвергенції з використанням порошкових матеріалів
Д. О. Буслаєв 73
Обґрунтування впливу надійності паливної системи дизельного двигуна на коефіцієнт готовності мта за використання біодизельних пальних
Д. П. Журавель 75
Вплив рослинних решток на інтенсивність зношування робочих органів ґрунтообробних машин
К. В. Борак 77
Вплив геометричних параметрів деталей підшипникових вузлів на режими процесів розбирання та складання
В. Є. Чухрай, В. І. Рис 79
Вплив способу підготовки поверхонь фланців на герметичність нерухомих фланцевих з'єднань
Є. О. Онуфран, О. О. Банний 82
Характерні дефекти та спрацювання втулок розподільчих валів двигунів ЯМЗ
Ю. І. Ревенко, В. В. Ліхтанський, М. В. Циганчук 84
Методика та результати статичних досліджень запобіжної муфти
О. М. Троханяк 86
Аналіз технічного стану та надійності дискових борін
О. М. Бистрий, А. В. Семко 88

Розроблення обладнання для використання дисперсних домішок второнної сировини за відновлення деталей машин
О. В. Тіхонов, І. М. Рибалко, Д. М. Федулов 90
Дослідження причин виробничого травматизму в АПК України
Є. І. Марчишина, М. М. Мотрич, Т. О. Білько 93
Особливості інноваційно-інвестиційного забезпечення розвитку АПК України
О. В. Захарчук 94
Виробництво і експорт продукції з конопляних культур
В. І. Мельник, А. В. Рубанка 98
Розроблення та дослідження газових ДВЗ з іскровим запалюванням, конвертованих на базі тракторного дизеля
С. О. Ковальов 99
Передумови прогнозування тривалості щозмінного технічного обслуговування льонозбиральних комбайнів
А. С. Лімонт 101
Чи будуть українські аграрії з трактором класу 5 вітчизняного виробництва?
А. С. Лімонт 104
Удосконалення технології діагностування циліндро-поршневої групи дизельних двигунів
О. М. Сакало, П. С. Попик 107
Підвищення довговічності рукавів високого тиску сільськогосподарської техніки
І. Ю. Солохненко, П. С. Попик 108
Розрахунок економічної ефективності технології діагностування циліндропоршневої групи дизельних двигунів
Д. О. Шустов, П. С. Попик 110

Секція 2 ***«Надійність технологічних систем у рослинництві»***
Аналіз процесу просіювання зерна на клавішному соломоочиснику зернозбирального комбайна
С. В. Смолінський 114
Розробка стаціонарного подрібнювача качанів кукурудзи
В. Б. Онищенко, Є. Латанський, В.Ф. Кузьменко 116
Аналіз роботи гнучкого шнекового конвеєра на протруювачі насіння сільськогосподарських культур
В. Б. Онищенко, В. С. Ступаченко, В. В. Ратушний 118
Алгоритм підбору енергетичних засобів під час виробництва волоського горіха у промислових насадженнях
О. М. Крупич, Р. Б. Кудринецький, С. О. Крупич 120
Системно-чинниковий підхід до дослідження технологічної системи хімічного захисту рослин
В. І. Днесь, В. І.Скібчик, О. М. Крупич 123

The main occupational hazards in the work of construction workers
Y. I. Marchyshyna 126
Аналіз біотехнології мікобіопрепарату в технологіях захисту культурних рослин
В. В. Теслюк, П. М. Гураш, М. І. Ікальчик 128
Аналіз конструктивного рішення підбирача - молотарки льону олійного
В. Ф. Дідух, Д. С. Альбота 130
Концепція розвитку тракторів з електроприводом
В. А. Бодак, В. І. Ачкевич 133
Аналіз параметрів сферичного копача вороху коренеплодів
В. М. Барановський, В. В. Теслюк, О. О. Хоменко 133
Обгрунтування агрегату для обробітку захисних зон цукрових буряків
В. В. Теслюк, Д. О. Колодяжний, М. І. Ікальчик 136
Обгрунтування пневматичної сівалки для висіву зернових
О. М. Вечера, В. В. Теслюк, Б. Р. Лімановський 138
Дослідження параметрів каналу пневмосепаратора
С. П. Степаненко 140
Обгрунтування протруювача насіння зернових культур
О. М. Вечера, В. В. Теслюк, В. О. Радь 142
Технічне обгрунтування проріджувача цукрових буряків
В. В. Теслюк, Є. В. Кереченко, М. І. Ікальчик 144
Дослідження універсального сепаратора зерна з пневмовихровою камерою
С. П. Степаненко, І. С. Попадюк 146
Аналіз та удосконалення копіра апарата водіння коренезбиральної машини
В. М. Барановський, В. В. Теслюк, М. М. Покидько 149
Експериментальні дослідження вакуумного сушіння насіння сої
В. О. Швидя 150
Аналіз технологічного процесу дообрізування гички коренезбиральної машини
В.В. Теслюк, А.М. Хаєцький, В.М. Барановський 153
Обгрунтування параметрів і режимів роботи комбінованого очисника вороху цукрових буряків машин для збирання коренеплодів
В. Б. Онищенко, П. М. Колісніченко, В. М. Барановський 154
Аналіз роботи машин для внутрішньогрунтового локального внесення твердих мінеральних добрив
В. Б. Онищенко, К. Ю. Назаренко, В. В. Ратушний 157
Дослідження процесу збирання незернової частини урожаю соняшнику на енергетичні цілі
А. Я. Кузьмич 159

Конструктивно-технологічна схема саджалки для орієнтованого садіння зубків часнику
Я. В. Семен, О. М. Крупич 160
Теоретичне обґрунтування умов ефективної роботи комбінованого робочого органу картоплезбирального комбайна відцентрового типу
С. В. Смолінський 163
Новий грунтообробний робочий орган
В. А. Дейкун, Д. С. Нєдєльський 165
Вплив параметрів та факторів на процес обмолоту і сепарації
О. М. Грицака 167
Дослідження параметрів дообрізчика гички коренеплодів
В.М. Барановський, В.В. Теслюк, В.В. Зведенюк 169
Обгрунтування роботи коренебульбомийної машини
М. І. Ікальчик, В. В. Теслюк, Т. В. Касянчук 172
Обгрунтування конструкції пневматчної висівної системи машин внесення твердих мінеральних добрив
В. Б. Онищенко, Б. В. Онищенко, О. В. Іщенко, О. В. Адамчук 173
Аналіз конструкції плосконожевих подрібнюючих барабанів кормозбиральних машин
В. Б. Онищенко, В. О. Шульга, В. Ф.Кузьменко 176
Актуальність одночасного брання і обчісування стебел льону
С. М. Юхимчук 178
Аналіз досліджень роботи підбирачів стрічки стебел льону
О. О. Чайка, Н. О. Толстушко 180
Аналіз виробництва сорго в Україні: характеристика культури, посівні площі, врожайність, технології збирання
А. В. Новицький, А. В. Рубанка 181
Комбінований агрегат для догляду за грунтом в садах
В. М. Мартишко, А. О. Мосорук 184
Забезпечення мінімальних пошкоджень плодів під час транспортуванні
В. М. Мартишко, О. І. Павлонюк 185

Секція 3 *«Надійність технологічних систем у тваринництві»*
Сучасні виклики до обладнання за виробництва молока в умовах євроінтеграції
О. О.Заболотько, А. Л. Герасимчук 188
Машини для ефективного тваринництва
В. С. Хмельовський, Д. І. Малига
Способи й технічні засоби заточення ріжучих пар
В. І. Ребенко 192

Мікроклімат під час реконструкції приміщення для утримання тварин за використанням сучасних покрівельних матеріалів
О. О. Заболотько, І. Я. Жарий 196
Організаційні передумови проектування потокових технологічних ліній годівлі ВРХ
С. Є. Потапова 198
Приготування кормосуміші та роздавання кормів для корів на тваринницькій фермі як елемент логістичної діяльності
О. О. Заболотько, Є. П. Ковальчук 201
Закордонний досвід організації технічного сервісу в молочному тваринництві
В. І. Вуколов 203
Аналіз вимог до технологій підготування пташиного посліду до використання
Р. В. Скляр, О. О. Гузь 206
Обґрунтування комплекту машин та обладнання для виробництва продукції птахівництва з дослідженням енергетичної ефективності «Смарт» ферми
В. В. Братішко, А. В. Бучко 209
Удосконалення молоткової дробарки для виробництва кісткового борошна
О. М. Ачкевич, В. М. Садовський 211
Класифікація робочих органів для гранулювання кормів
С. П. Степаненко, С. П. Тримбач 214
Ensuring the reliability of complex systems at different stages of operation
I. Avramenko 216
Вдосконалення конструкції двосекційного змішувача кормів
Р. В. Кісільов, П. О. Маркідов 219
Інвестиційна привабливість виробництва біогазу в Україні
Т. Є. Томашевська 222
Main advantages of flat matrix granulators
A. Komar 225
Розробка функціональної схеми перспективного пневмотранспортера
О. І. Єременко, О. І. Дідик 228

Секція 4 *«Конструювання машин і обладнання»*
Device for ultrasound processing of suspensions
V. V. Bratishko, M. O. Umanskyi 233
Development of lab installation of inverted pendulum
Yu. Romasevych, V. Loveikin, O. Zarivniy 235

Оптимізація режиму пуску ковшового елеватора для транспортування зерна
О. М. Божок, В. С. Ловейкін, А. П. Ляшко 237
Оптимізація режиму руху шнекового конвеєра для транспортування кормів
С. О. Криницький, В. С. Ловейкін, А. П. Ляшко 238
Динамічний аналіз та оптимізація режиму переміщення візка козлового крана за перевантаження сільськогосподарської техніки
Н. С. Клапоушенко, В. С. Ловейкін, А. П. Ляшко 239
Динамічний аналіз механізму підйому вантажу козлового крана для гноєсховищ
Б. Л. Цизь, В. С. Ловейкін, А. П. Ляшко 240
Оптимізація режиму підйому вантажу баштового крана для сільського будівництва
Д. О. Шеремет, В. С. Ловейкін, А. П. Ляшко 242
До питання визначення резонансних параметрів вібратора з кінематичним збудженням
О. М. Черниш, М. Г. Березовий 243
Обґрунтування параметрів і режимів роботи активатора сушарки насіння льону олійного
В. Б. Онищенко, А. О. Морозов, Р. В. Кірчук, А. А. Ящук 246
Аналіз роботи підшипникових вузлів із лінійними підшипниками кочення
В. М. Рибалко, Н. В. Матухно 248
Спосіб виготовлення формувальної головки криволінійної форми преса
С. І. Левко, О. М. Крупич, Я. В. Семен 250
Дорожній травматизм як глобальне навантаження на охорону здоров'я
А. Д. Домаскіна, І. О. Колосок 253
Системний підхід до безпеки дорожнього рух
І. О. Колосок 254
Роторний ударний струшувач для збирання волоських горіхів
О. М. Крупич, Р. С. Шевчук, Я. В. Семен, С. І. Левко, С. О крупич 256
Заходи з підвищення рівня безпеки дорожнього руху в країнах з низькими показниками дорожньої безпеки
Ю. В. Шатківська, І. О. Колосок 258
Довгострокове підвищення рівня безпеки дорожнього руху
Т. С. Жураковська, І. О. Колосок 260
Збір і аналіз даних про аварійність і рівень безпеки дорожнього руху
В. А. Гудим, І. О. Колосок 262
Швидкість і безпека дорожнього руху
Ю. М. Шимко, І. О. Колосок 264

Розроблення рекомендації стосовно вибору датчиків для систем керування крановими механізмами
В. С. Ловейкін, Ю. О. Ромасевич, Д. І. Муштин 265
Аналіз конструкцій реакторів для виробництва біоводню
Г.А. Голуб, О.А. Марус 267
Дослідження опору пневмосепаруючого каналу
О. В. Нестеренко, О. О. Науменко 269
Планування експериментальних досліджень зусиль, що виникають у тяговому канаті механізму зміни вильоту вантажу
В. С. Ловейкін, Ю. О. Ромасевич, О. В. Стехно 271
Розроблення рекомендації стосовно вибору частотних перетворювачів для кранових приводів
В. С. Ловейкін, Ю. О. Ромасевич, Д. І. Муштин 274
Аналіз науково-прикладних робіт за тематикою дослідження гвинтових конвеєрів
В. С. Ловейкін, Ю. О. Ромасевич, О. Д. Маліневський 276
Постановка задачі оптимального керування рухом динамічної системи „Кран-Вантаж”
Ю. О. Ромасевич, В. С. Ловейкін, В. В. Макарець 279
Центроїди некруглих коліс на основі узагальненого рівняння в полярній системі координат
С. Ф. Пилипака, Т. А. Кресан, О. С. Породько, В. І. Хропост 281
Гравітаційний спуск, утворений поверхнею косого закритого гелікоїда
С. Ф. Пилипака, М. О. Бутков, О. О. Сентищев 283
Нові аспекти проходження медичних оглядів водіїв
Т. О. Зубок, Л. Е. Піскунова 285
Основні напрями захисту автомобільних перевізників від необґрунтованої відповідальності в країнах ЄС
С. І. Бондарєв 286
Результати досліджень зміни крутного моменту роботи запобіжної муфти
О. М. Троханяк 288

Секція 5 ***«Новітні матеріали і технології в ільскогосподарському машинобудуванні»***
Вплив технологічних параметрів лиття на напруження в біметалевих виливках
Є. Г. Афтанділянц 293
Дистанційна навчальна практика за напрямом технологія обробки металів і сплавів тиском
Є. Г. Афтанділянц 295
Формування структури біметалевих виливків у литому стані
Є. Г. Афтанділянц 297

Технологічний комплекс отримання ефективних форм мікроелементів для застосування у технологіях вирощування зернових культур
К. В. Винарчук, С. К. Лопатько 298
Технологія відновлення з використанням природної речовини – глини
І. М. Рибалко, О. В. Тіхонов, А. В. Захаров, В. С. Гобиш 299
Підвищення стійкості деталей за відновлення модифікуючим наплавленням
Т. С. Скобло, Л. В. Омельченко 301
Application of nanomaterials in technical services
V. Latosha 303
Особливості формування структури поверхневих шарів біметалевих виливків
Г. М. Похиленко 307
Порівняльна оцінка проекту МОН щодо спеціальності "Охорона праці"
Т. О. Зубок, Л. Е. Піскунова 309
Алгоритм проведення психофізіологічної експертизи на підприємстві
Т. О. Зубок, Л. Е. Піскунова 310
Ущільнююче пластичне мастило для захисту різьбових зєднань насосно-компресорних труб
Т. С. Скобло, І. М. Рибалко, О. В. Тіхонов, Б. С. Правдюк 312
Ергономічні вимоги до організації робочих місць на підприємстві
Є. І. Марчишина 314
Аналіз ефективності поглинання нафтопродуктів різними фракціями сорбентів
М. Ф. Калівошко 317
Стосовно питання актуальності деревообробки складно-профільних поверхонь
О. Є. Семеновський, Г. М. Похиленко, О. В. Міхнян 319
Можливості вдосконалення технології одержання лопаток газотурбінних двигунів
О. Є. Семеновський, О. В. Михнян 321

Секція 6 *«Надійність будівель, споруд і технічних систем у будівництві»*
Визначення технічного стану конструкцій методом швидких нейтронів
Є. А. Бакулін, І. А. Грищенко 324

Експертні дослідження об’єкту по реконструкції адміністративної та виробничої будівлі в м. Бориспіль
М. Г. Ярмоленко, В. М. Собчук 325
Віброзахист будівель від залізничного транспорту
М. Г. Мар`єнков, Є. О. Селетов 327
Дослідження технічного стану конструкцій методом ультрозвукових коливань
В. М. Бакуліна, І. А. Грищенко 330
Дослідження технічного стану конструкцій методом резонансних коливань
Є. А. Бакулін, Ю. Ю. Піщолка 332
Негативний вплив новобудов м. Києва на життя киян
М. Г. Ярмоленко, М. О. Кушнір 334
Вибір та технологія влаштування фундаментів будівель, що проєктуються в умовах щільної забудови
О. А. Фесенко, К. О. Одноліток 336
Експертні дослідження об’єктів сільськогосподарського призначення в с. Велика Снітинка Київської області
М. Г. Ярмоленко, Е. С. Харченко 339
Використання земельного фонду для об’єктів аграрного господарства
В. М. Бакуліна, А. В. Вітвітський 340
Вогнезахисні покриття для дерев’яних конструкцій
О. А. Фесенко, І. Ю. Щербина 343
Optimization the cross-section parameters of the pre-stressed roof structures of industrial buildings
Н. О. Костира 346
Види сруктурних конструкцій
Є. А. Бакулін, О. С. Бочков 350
Застосування поперечно-шаруватої деревини (CLT) у будівництві
О. А. Фесенко, О. В. Обелець 352
Дослідження небезпечних і шкідливих виробничих чинників та професійних захворювань будівельників
Є. І. Марчишина 354
Проблеми проєктування сховищ нового покоління в аграрному секторі (на прикладі сталевих силосів з гофрованою стінкою для зберігання зерна)
О. В. Вожакін, В. І. Мельник 358
Скінченно-елементне моделювання сумісної роботи сталевих балок перекриття із залізобетонними ребристими плитами
Є. А. Дмитренко, М. В. Лавринович 360
Пошук оптимального розміру скінченних елементів за розрахунку блока покриття промислової будівлі
Є. А. Дмитренко, Б. О. Федченко 363

Види моделей зчеплення арматури з бетоном за чисельного моделювання
Є. А. Дмитренко, В. І. Іщенко 366
Визначення технічного стану конструкцій методом проникальної радіації
В. М. Бакуліна, І. А. Грищенко 368
Особливості проектування фундаментів сільських будівель і споруд на лєсових просідаючих основах
О. В. П'ятков 370

Секція 7 «Оцінка довговічності та моніторинг стану технічних систем»
Забезпечення високої ефективності роботи дискретних автоматичних систем контролю за рахунок алгорітмічних заходів
Є. І. Калінін 374
Надійність і безпека інформаційних систем
К. Пундик, В. І. Мельник 377
Безперервна діагностика стану динамічних систем
Є. І. Калінін 380
Аналіз моделі з діагностичним контролем
Є. І. Калінін, С. А. Лебедєв 383
Оцінка достовірності результатів контролю сигналів, що змінюються у часі
Є. І. Калінін, В. С. Білих 386
Шляхи підвищення довговічності підшипників ковзання
В. Л. Куликівський, В. М. Боровський 389
Статистичні методи знаходження помилок електронної системи керування подачею палива
Є. І. Калінін, Ю. Ю. Козлов 391
Оцінка ефективності автоматичних систем діагностування
Є. І. Калінін, Р. М. Петров 394
Про оцінку виду теоретичного розподілу за експериментальними даними
Г. І. Череватенко, Р. М. Петров 397
Програмно-методичні основи розроблення систем автоматизованого діагностування стану технічних систем у рослинництві
Г. І. Череватенко 399
Ентропія як міра ефективності системи контролю
Ю. І. Колєснік 401
Критерії якості оцінки стану технічних систем в рослинництві
Ю. І. Колєснік 404
Діагностика відмов електронних систем керування ДВЗ
Г. І. Череватенко, Р. М. Петров 407

Перспективи діагностики електричних ланцюгів
Г. І. Череватенко, В. С. Білих 409
Сполучення несподіваних і очікуваних відмов за визначення показників довговічності виробів
Ю. І. Колеснік, В. С. Білих 412
Крамаров В. С. – керівник дипломних робіт
М. Д. Ромась 414
Фазове зміцнення станів в аналізі надійності систем
Ю. І. Колєснік, Р. М. Петров 416
Огляд основних відмов відцентрових насосів, що застосовуються в системах зрошування
С. В. Міненко, В. М. Савченко, О. А. Махов 419
Особливості оцінки робочих місць за умовами праці трактористів-машиністів АПК
Є. І. Марчишина 420

ІНФОРМАЦІЙНЕ ВИДАННЯ

ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ

VIII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО -ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

«КРАМАРОВСЬКІ ЧИТАННЯ»
з нагоди 114-ї річниці від дня народження

доктора технічних наук, професора, члена-кореспондента ВАСГНІЛ, віце-президента УАСГН

КРАМАРОВА Володимира Савовича

(1906-1987)

(25-26 лютого 2021 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 7.04.2021. Формат 60x84 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, 2021