

ISBN 978-617-8102-06-7

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет біоресурсів  
і природокористування України  
Механіко-технологічний факультет  
Кафедра сільськогосподарських машин  
та системотехніки імені академіка П. М. Василенка

**ЗБІРНИК**  
**ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ**  
**XXIV МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**  
**"Сучасні проблеми землеробської механіки"**  
**(17–19 жовтня 2023 року)**  
*присвяченій 123-й річниці з дня народження академіка*  
*Петра Мефодійовича Василенка, 125-й річниці з дня*  
*заснування кафедри сільськогосподарських машин та*  
*системотехніки імені академіка П. М. Василенка*



Київ – 2023

**ББК40.7**

**УДК 631.17+62-52-631.3**

**JEL CLASSIFICATION Q 01; D 24; P 42**

**З 38**

*Рекомендовано до друку збірник тез доповідей XXIV Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" вченою радою механіко-технологічного факультету Національного університету біоресурсів і природокористування України від 16 жовтня 2023 року протокол № 3.*

Збірник тез доповідей XXIV Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" (17–19 жовтня 2023 року). МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ. 2023. 450 с.

**ISBN 978-617-8102-06-7**

В збірнику тез представлено анотований зміст доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів НУБіП України, провідних вітчизняних і закордонних вищих навчальних закладів та наукових установ, в яких розглядаються завершені етапи розробок з: розвитку сучасної землеробської механіки; механіко-технологічних процесів, робочих органів та машин для рослинництва; механіко-технологічних процесів, робочих органів та машин для тваринництва; смарт-технологій машиновикористання, інженерного менеджменту, технічного сервісу; транспортних технологій та логістики; історії аграрної освіти і науки; будівництва сільських територій; надійності машин для сільського, лісового і водного господарств та харчових технологій; удосконалення та нові розробки біотехнологічних процесів і технічних засобів.

**Організаційний комітет:**

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

**Кондратюк В. М.** – д.с.-г.н, проф., проректор з наукової роботи та інноваційної діяльності НУБіП, *співголова.*

**Братішко В. В.** – д.т.н., проф., декан НУБіП, *співголова.*

**Войтюк Д. Г.** – к.т.н., проф., член-кор. НААН, професор кафедри НУБіП, *співголова.*

- Адамчук В. В.** – д.т.н., проф., академік НААН, директор ІМА АПВ.
- Аулін В. В.** – д.т.н., проф., професор кафедри ЦНТУ.
- Барановський В. М.** – д.т.н., проф., ТНТУ імені Івана Пулюя.
- Борак К. В.** – д.т.н., доц., заступник директора ЖАТФК.
- Бредихін В. В.** – к.т.н., доц., декан ДБУ.
- Вергунов В. А.** – д.с.-г.н, д.і.н., проф., академік НААН, директор ННСГБ НААН.
- Вечера О. М.** – ст. викл. НУБіП, секретар оргкомітету конференції.
- Гуменюк Ю. О.** – к.т.н., доц., завідувач кафедри НУБіП.
- Гуцол О. П.** – к.т.н., доц., керівник приватного підприємства.
- Зубко В. М.** – д.т.н., проф., декан СНАУ.
- Іванишин В. В.** – д.е.н., проф., академік НААН, ректор ЗВО «ПДУ».
- Іщенко Т. Д.** – к.п.н., проф., директор ДУ «НМЦВФПО».
- Калетнік Г. М.** – д.е.н., проф., академік НААН, президент ВНАУ.
- Кірчук Р. В.** – к.т.н., проф., декан ЛНТУ.
- Кобець А. С.** – д.н. з держ. упр., проф., ректор ДДАЕУ.
- Ковалишин С. Й.** – к.т.н., проф., декан ЛНУП.
- Козаченко Л. П.** – президент Української аграрної конфедерації.
- Кравчук В. І.** – д.т.н., проф., академік НААН, директор УМІ АПІ.
- Кропівний В. М.** – к.т.н., проф., ректор ЦНТУ.
- Кульгавий В. Ф.** – генеральний директор ВГО «Українська асоціація аграрних інженерів».
- Кюрчев В. М.** – д.т.н., проф., член-кор. НААН, радник ректора ТДАТУ імені Дмитра Моторного.
- Кюрчев С. В.** – д.т.н., проф., ректор ТДАТУ імені Дмитра Моторного.
- Лукач В. С.** – к.п.н., проф., директор ВП НУБіП «НАТІ».
- Марущак П. О.** – д.т.н., проф., проректор ТНТУ імені Івана Пулюя.
- Мельник В. І.** – д.т.н., с.н.с, професор кафедри ДБУ.
- Мироненко В. Г.** – д.т.н., проф., ІМА АПВ.
- Мороз О. О.** – Голова Верховної Ради України двох скликань.
- Надикто В. Т.** – д.т.н., проф., член-кор. НААН, професор кафедри ТДАТУ імені Дмитра Моторного.
- Панцир Ю. І.** – к.т.н., доц., декан ЗВО «ПДУ».
- Пастухов В. І.** – д.т.н., проф., зав. кафедри ДБУ.
- Пугач А. М.** – д.н. з держ. упр., проф., декан ДДАЕУ.
- Пушка О. С.** – к.т.н., доц., декан УНУС.
- Ребенко В. І.** – к.т.н., доц., доцент кафедри НУБіП.
- Роговський І. Л.** – д.т.н., проф., завідувач кафедри НУБіП.
- Росамаха Ю. О.** – к.т.н., директор ВП НДГ НУБіП «Агрономічна дослідна станція».
- Ружило З. В.** – к.т.н., доц., декан НУБіП.
- Тітова Л. Л.** – к.т.н., доц., доцент кафедри НУБіП.
- Черновол М. І.** – д.т.н., проф., академік НААН.

**Шебанін В. С.** – д.т.н., проф., академік НААН, ректор МНАУ.

**Шумко Л. С.** – к.т.н., доц., доцент кафедри НУБіП.

**Henryk Sobczuk** – д.т.н., проф., завідувач відділу Інституту технологій і природничих наук у Фалентах (Польща).

**Wacław Strobel** – д.т.н., проф., директор Інституту технологій і наук про життя Національного науково-дослідного інституту у Фалентах (Польща).

**Andrzej Marczuk** – д.т.н., проф., проректор з питань управління персоналом Природничого університету в Любліні (Польща).

**Tomasz Nurek** – д.т.н., проф., директор машинобудівного інституту SGGW, Варшава (Польща).

**Bogdan Drożdż** – д.т.н., проф., декан факультету машинобудування, SGGW, Варшава (Польща).

**Eric Veulliet** – проф., президент Університету прикладних наук Вайнштефан-Триздорф (Німеччина).

**Vija Melbarde** – д.т.н., проф., директор департаменту Відземського університету прикладних наук (Латвія).

**Virendra K. Vijay** – д.т.н., проф., керівник центру Індійського технологічного інституту Делі (Індія).

**Vyacheslav Adamchuk** – д.т.н., проф., керівник департаменту університету McGill (Канада).

**Павлова С. В.** – д.т.н., проф. Шансінський сільськогосподарський університет (Китай).

**Ramaswamy C. Anantheswaran** – д.т.н., проф. кафедри Пенсільванський університет (США).

**Viktor Hugo Baro** – президент ArgenTech Group (Аргентина).

**Javier Pognante** – радник з питань комерції ArgenTech Group (Аргентина).

**Ricardo Turati** – менеджер зовнішньої торгівлі ArgenTech Group (Аргентина).

**Hugo Ribba** – менеджер, ArgenTech Group (Аргентина).

ISBN 978-617-8102-06-7

© НУБіП України, 2023.



## Секція

# Стан та перспективи розвитку сучасної землеробської механіки

УДК 631.258.04

**КАФЕДРА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН ТА  
СИСТЕМОТЕХНІКИ ІМЕНІ АКАДЕМІКА П. М. ВАСИЛЕНКА  
125 РОКІВ В ЛІДЕРАХ АГРОІНЖЕНЕРНОЇ НАУКИ В УКРАЇНІ**

*Войтюк Д. Г., Гуменюк Ю. О.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Розгортання науково-технічної революції в сільськогосподарському виробництві (середина ХІХ – початок ХХ століття) викликало гостру потребу готувати інженерні кадри для конструювання, випробування та грамотної експлуатації сільськогосподарської техніки. В зв'язку з цим височайшим імператорським повелінням Олександра ІІ у 1897 році в Харківському хіміко-технологічному інституті було відкрито факультет сільськогосподарських машин, а в 1898 році – організовано вищий технічний заклад – Київський політехнічний інститут з сільськогосподарським відділенням.

Згідно з затвердженого 08.06.1898 року «Положення про Київський політехнічний інститут Імператора Олександра ІІ» у параграфі 1 зазначено, що заклад надає технічну освіту із поміж інших дисциплін на сільськогосподарському відділенні для цього викладається предмет: механіка в пристосуванні до сільського господарства.

Згідно з параграфу 3 цього документу для задоволення його потреб створювалось дві кафедри:

- 1) механіка теоретична;
- 2) прикладна механіка.

На завідувача останньої параграф 6 покладалось ще й керування «Станцією для використання парових і інших машин і майстерню».

Кафедра прикладної механіки вела підготовку спеціалістів по машинознавству і машинах, а також інженерів-механіків по використанню цієї техніки і після первісної назви в процесі багатьох трансформацій одержала сучасну назву «Сільськогосподарських машин».

Згідно навчального плану прикладну механіку на сільськогосподарському відділенні КПІ починали читати з другого курсу, то

директор КПІ професор В. Л. Кирпичов 16.05.1899 р. запросив до закладу, по переведенню з Харківського технологічного інституту К. Г. Шіндлера на посаду виконувача обов'язки екстраординарного професора з 01.09.1899 р. для викладання курсу механіки на сільськогосподарському відділенні і спеціального курсу з сільськогосподарського машинобудування на механічному відділенні. Після рішення спільного засідання сільськогосподарського та хімічного відділень КПІ 18.03.1900 року, а потім Ради інституту про відкриття Станції по випробуванню землеробних машин і знарядь, К. Г. Шіндлера призначають її завідувачем. Створення на сільськогосподарському відділенні в 1900 році вказаної станції забезпечило викладання дисципліни «Сільськогосподарські машини і знаряддя», а кафедра одержала назву «Сільськогосподарського машинобудування та машинознавства».

Ці адміністративні акти: «Положення про Київський політехнічний інститут Імператора Олександра II» від 08.06.1898 р., «Статут Київського Політехнічного Інституту імператора Олександра II», рішення Ради інституту від 18.03.1900 р. «Про відкриття Станції по випробуванню землеробських машин і знарядь» послужило підставою для урядових структур, науковців та істориків вважати, що теперішня кафедра сільськогосподарських машин імені академіка П. М. Василенка і машиновипробувальна справа започатковані в 1898 році.

Ми вдячні учасникам конференції і колективам ваших закладів вищої освіти і наукових установ, які відзначають 123-річницю від дня народження академіка П. М. Василенка і 125-річницю від дня заснування кафедри, яка носить його ім'я. Особливо вдячні академіку НААН В. А. Вергунову за його фундаментальні історичні дослідження славетної, але досить непрості історії становлення і розвитку кафедри, особливо протягом 1898-1929 р.р. та ролі в цих процесах першого завідувача кафедри професора Каміла Гавриловича Шіндлера.

Всім учасникам конференції ми презентуємо монографію В. А. Вергунова «Освітньо-наукова агротехнічна думка в Національному університеті біоресурсів і природокористування України в перші двадцять років існування. (До 125-річчя кафедри сільськогосподарських машин та системотехніки ім. акад. П.М. Василенка)». Славетну історію діяльності кафедри було відзначено в день сторіччя. У спеціальному випуску до цієї дати журналу «Техніка АПК» (жовтень 1998 р.). Міністр АПК Борис Супіханов опублікував привітання від імені колегії Міністерства, академік П. М. Василенко виступив із статтею «До 100 річчя факультету механізації, конструкторської та машиновипробувальної справи в Україні», академік Л. В. Погорілий опублікував статтю «Випробування – передовий край створення і впровадження нової сільськогосподарської техніки», де в історичному плані дана висока оцінка завідувачів кафедри і окремих

науково-педагогічних працівників в розробці проблем конструювання, випробування і експлуатації сільськогосподарської техніки.

За час роботи завідувачем кафедри професор К. Г. Шиндлер заклав основи наукового сільськогосподарського машинознавства і випробувальної справи в Україні. Особливої уваги заслуговує видання у 1902 році професором К. Г. Шиндлером альбому «Політипажі, ескізи та креслення машин-знарядь сучасного сільського господарства», а також книги «Теорія та конструкція орних знарядь» виданої у 1904 році. Слід також вказати, що в 1904-1908 р.р. К. Г. Шиндлер обіймав посаду керівника сільськогосподарського відділення. На жаль, з політичних мотивів в 1911 році К. Г. Шиндлера в числі 11 професорів КПІ було звільнено з роботи. З цього приводу співробітник кафедри і Станції М. М. Коган наголошував, що тільки із заснування їх (кафедри і Станції) у Російській імперії «...почали з'являтися культурні працівники в галузі сільськогосподарського машинобудування...». Як наслідок, станом на 1911 рік практично у всіх провідних заводах, що виготовляли землеробські знаряддя в Україні відповідні підрозділи очолювали учні професора К. Г. Шиндлера. В 1923 р. під час святкувань з нагоди 25-річчя КПІ та КСГІ, один з дієвих творців сучасного НУБіП України І. М. Щоголів підкреслював, що під керівництвом професора К. Г. Шиндлера «...кафедри машинобудівництва... зародилась нова школа і ціла низка її учнів взялась розробляти ідеї свого вчителя».

Збереженню творчого потенціалу кафедри після відставки К. Г. Шиндлера слід завдячувати О. О. Хохрякову, який очолював її 1911-1912 роках і професору П. Р. Сльозкіну 1912-1915 роки.

В подальшому кафедру сільськогосподарського машинобудування в 1915 р. очолив професор Леонід Петрович Крамаренко. Під його керівництвом кафедра працювала над актуальними проблемами сільськогосподарського машинобудування: дослідження та вдосконалення різальних частин машин та механізмів, зчеплення сільськогосподарських машин з ґрунтом, уніфікації жниварок та стандартизації окремих механізмів; обладнанням однієї з найкращих лабораторій сільськогосподарського машинобудування в країні. Результатом проведених важливих робіт було видання Л. Н. Крамаренком в 1929 році книги «Вибір основних розмірів для стандарту різального апарату жниварних машин», а в 1930 році – «Обґрунтування конструкції та основних співвідношень, прийнятих у ріжучому апараті комбайна».

В 1920 році відбулось об'єднання кафедр сільськогосподарського машинобудування та сільськогосподарського машинознавства, якою керував професор Ковалені, а також був очільником Станції З 1924 р. по 1929 р. кафедру очолював професор П. Ф. Вовк.

У 20-30-х роках минулого сторіччя наукові розробки з сільськогосподарського машинознавства сконцентрувались на кафедрі

сільськогосподарської механіки при Головнауці під керівництвом академіка АН України К. К. Симінського, а членами кафедри були академік М. М. Крилов, професори: П. Ф. Вовк, Л. П. Крамаренко та майбутній академік А. О. Василенко. На кафедрі велись роботи по стандартизації та уніфікації машин і знарядь як бази для організації їх виробництва на створюваних в Україні машинобудівних заводах.

На кафедрі пройшли аспірантську підготовку відомі згодом вчені-академіки С. В. Серенсен, М. М. Боголюбов, П. М. Василенко. Важливою віхою в подальшій історії кафедри сільськогосподарських машин було відкриття в Київському сільськогосподарському інституті в 1929 році факультету механізації сільського господарства, в якому кафедра була однією з провідних. Завідувачем кафедри в 1929-1930 роках був професор А. О. Василенко, а в 1930- 1935 рр. кафедру очолив професор О. М. Карпенко, який згодом перейшов на роботу в Московську сільськогосподарську академію, і був обраний академіком ВАСГНІЛ.

Слід особливо відмітити плідну науково-педагогічну роботу Андрія Овер'яновича Василенка, який в 30-ті роки працював професором кафедри та на керівних посадах в Українському науково-дослідному інституті сільськогосподарського машинобудування і машиновипробування (м. Харків) та Українському науковому інституті механізації сільського господарства (м. Київ).

Професор А. О. Василенко за розпорядженням Наркома важкого машинобудування очолював групу у складі 15 молодих інженерів, якій доручили налагодити випуск першого вітчизняного зернозбирального комбайна на заводі «Комунар» у м. Запоріжжя.

У 1939 році А. О. Василенко обрано член-кореспондентом, а в 1948 році академіком Академії наук Української РСР.

Велике наукове і практичне значення мають оригінальні дослідження академіка А. О. Василенка в галузі землеробської механіки по таких основних напрямках: розробка теоретичних основ машин і процесів, динаміка машин і машинних агрегатів, проектування сільськогосподарської техніки, розробка технологій конструкційних матеріалів, дослідження в царині історії науки і техніки. Проведена величезна науково-дослідна робота по вивченню процесів збирання цукрових буряків дозволила розробити теорію гичкозбиральних апаратів із активними і пасивними робочими органами, підкопуючих робочих органів, що дало можливість створити бурякозбиральний комбайн із зрізування гички на корені, який був прообразом сучасного.

За розробку впровадження модифікованого чавуну академік А. О. Василенко з к.т.н. І. С. Григор'євим в 1950 році був удостоєний Державної премії. А. О. Василенко в 1944 році створив лабораторію сільськогосподарської механіки при Інституті будівельної механіки АН

УРСР, яка Постановою Ради Народних Комісарів УРСР та постановою Президії АН УРСР в 1945 році виділяється в самостійну наукову одиницю при Відділенні технічних наук АН УРСР з назвою «Лабораторія машинобудування і проблем сільськогосподарської механіки, яка у 1950 році була реорганізована в Інститут машинознавства і сільськогосподарської механіки АН УРСР. Ця установа працювала до часу заснування Української Академії сільськогосподарських наук (1957 р.), що згодом була реорганізована в Південне Відділення ВАСГНІЛ (1962 р.), на базі якого в 1992 році відроджена Українська академія аграрних наук з відділенням механізації сільськогосподарського виробництва, яке об'єднало науково дослідні установи та вчених інженерного профілю України.

Яскрава сторінка в історії кафедри відкривається з призначенням восени 1935 року завідувачем кафедри сільськогосподарських машин Петра Мефодійовича Василенка. Певний педагогічний досвід він здобув по закінченні Вищих педагогічних курсів (1928-1929 р.р.) при Київському сільськогосподарському інституті, де він проявив здібності до самостійного проведення наукових досліджень та читання лекцій із сільськогосподарського машинознавства, які викликали захоплення і схвальні відгуки викладачів та спеціалістів.

Подальше навчання в аспірантурі на згаданій вище науково-дослідній кафедрі сільськогосподарської механіки при Головному управлінні науки Наркомату освіти УРСР дало можливість аспіранту П. М. Василенку спілкування з видатними вченими того часу в галузі математики та механіки, брати участь у науково-методичних семінарах, які постійно проводились в Інституті технічної механіки. Не тільки участь, а й успішні виступи на наукових семінарах, постійне безпосереднє спілкування з видатними математиками України того часу М. П. Кравчуком, Д. О. Граве, Г. В. Пфейффером, В. І. Можаром сприяло тому, що за пропозицією академіка Д. О. Граве, П. М. Василенка обрали членом комісії прикладної математики природничо-технічного відділу ВУАН.

Маючи достатню механіко-математичну підготовку, глибокі знання з сільськогосподарського машинознавства молодий завідувач в своїх лекціях використовував нові наукові знання, які викликали захоплення серед широкого кола студентів і викладачів кафедри. На кафедрі активно проводилась науково-дослідна робота і публікація її результатів у наукових виданнях. Після першої наукової статті «Опір ґрунтів стиску, як чинник, визначальний роботи сільськогосподарських знарядь», яка була надрукована в 1932 році в Москві в науковому журналі «Ґрунтознавство» №6 П. М. Василенко публікує низку статей у журналах Інституту математики ВУАН у Києві, «Сільськогосподарська машина» у Москві, а також одну статтю іноземною мовою. Ним також була підготовлена до

друку важлива на той час теоретична праця «Основні елементи теорії, розрахунки та проектування сільськогосподарських машин. Плуги».

За матеріалами більше ніж 10 друкованих праць у травні 1937 року рішенням вищої атестаційної комісії СРСР та Всесоюзного комітету у справах вищої школи при РНК СРСР П. М. Василенку було присуджено науковий ступінь кандидата технічних наук без захисту дисертації.

В передвоєнні роки на кафедрі сільгоспмашин, крім навчальної, ведеться активна науково-дослідна робота і П. М. Василенко починає створювати власну наукову школу: під його керівництвом захистили кандидатські дисертації Бублик С. П., Кондратюк П. І., Гончаренко П. Г. Про лідируючі позиції кафедри сільгоспмашин в Київському сільськогосподарському інституті, директором якого на той час був співробітник кафедри Т. С. Довгополов, свідчить той факт, що із висунутих шести претендентів від інституту загальні збори Академії наук УРСР 22 лютого 1939 року обрали член-кореспондентом по відділу Технічних наук єдиного П. М. Василенка. Серед обраних тоді член-кореспондентів АН УРСР були: Д. І. Блохінцев, Б. Г. Боголюбов, К. Д. Синельников, Г. Й. Сухомел, які в подальшому стали академіками, всесвітньовідомими вченими і збагатили світову науку видатними науковими досягненнями.

Головою експертної комісії з технічних наук по представленню до обрання членкорів був тоді академік АН УРСР Є. О. Патон.

На жаль творчий зліт П. М. Василенка і колективу очолюваної ним кафедри був перерваний війною. Київський сільськогосподарський інститут було евакуйовано до міста Алма-Ати в Казахський сільгоспінститут. Внаслідок бомбардування ешелону, в якому з майном Академії наук України евакуювався П. М. Василенко з сім'єю на Схід, він опинився на окупованій території в селі Сиволож Комарівського району Чернігівської області. В цьому селі йому прийшлося пережити тяжкі роки окупації, працюючи простим робітником у господарстві та на невеликій присадибній ділянці.

Після звільнення села Сиволож у жовтні 1943 року він почав вчителювати у середній школі, а в січні 1944 року був запрошений на посаду завідувача кафедри фізики Ніжинського педагогічного інституту імені Гоголя.

Після реевакуації Київського сільськогосподарського інституту у квітні 1944 року Василенко П. М. повертається до Києва і починає виконувати обов'язки заступника директора по навчальній частині і завідувача кафедри сільськогосподарських машин на факультеті механізації сільськогосподарства.

Вчений з властивою йому енергією поринає в розробку нових лекційних курсів, організацію і виконання науково-дослідної роботи, публікацію її результатів в наукових журналах, успішно працює над

докторською дисертацією. В 1948 році спеціалізована вчена рада Московського інституту механізації та електрифікації сільського господарства одноставно проголосувала за присудження наукового ступеня доктора технічних наук Василенку П. М., який представив до захисту дисертаційну роботу на тему: «Основи теорії руху матеріальних частинок по шорстких поверхнях сільськогосподарських машин». Представлені в дисертації результати глибоких фундаментальних розробок сприяли тому, що вже 14 січня 1949 року ВАК СРСР видала йому диплом доктора технічних наук, а 19 травня 1949 року Міністерство вищої освіти СРСР та ВАК СРСР видали атестат професора по кафедрі сільськогосподарських машин.

Зруйноване війною сільськогосподарське машинобудування і сільськогосподарське виробництво з низьким рівнем механізації потребувало невідкладних заходів по теоретичному обґрунтуванню і нарощуванню виробництва нової сільськогосподарської техніки. Цьому слугував талант Василенка П. М. як лідера аграрної інженерної науки, який мобілізував на цю роботу не тільки членів кафедри, а і одночасно працював у вищезгаданому Інституті машинознавства і сільськогосподарської механіки АН УРСР, а також співпрацював з головним науково-дослідним інститутом механізації та електрифікації сільського господарства і заводами сільськогосподарського машинобудування. Виконувані наукові роботи стосувались розробки і наукового обґрунтування конструкцій культиваторів, сівалок, бурякозбирального комбайна та інших сільськогосподарських машин.

Не все було безхмарно в діяльності видатного вченого в післявоєнний період. Поряд з ним працювали колеги, які пройшли більш жорстке ви пробування війною, але були менш підготовлені до науково-педагогічної роботи, тому у них виникало бажання дещо тримати відомого вченого у постійно науково-організаційному напруженні і з 1948 року по 1953 рік він працює професором кафедри сільгоспмашин, а посаду завідувача обіймає доцент Кондратюк Павло Іванович, який під час війни був комісаром партизанського загону.

І треба завдячити долі, що правда в кінці кінців перемогла ще при житті звинувачуваного, в більшості ж випадків цей кінець в часі розміщений далі кінця нашого життя. Могутній талант видатного теоретика і педагога сприяли тому, що з 1953 року і до виходу на пенсію в 1962 році П. М. Василенко обіймав посаду завідувача кафедрою сільськогосподарських машин.

Предметом особливої уваги Василенка П. М. була підготовка і кваліфікаційна оцінка наукових кадрів. В цей період на кафедрі сільгоспмашин пройшли аспірантську підготовку і захистили кандидатські дисертації: Михаловський В. А., Волик А. Ф., Желтишев П. М., Шкурський Г. К., Гапоненко В. С., Синявський В. М., які потім стали

відомим вченими і очолювали кафедри в сільгоспакадемії та інших навчальних закладах, а в УНДІМЕСГ: Бабій П. Т., Настенко П. М., Соколов В. М., Василенко І. І., Хоменко М. С., які згодом очолили наукові відділи в інституті.

В результаті виконаних наукових робіт було розроблено загальні механіко-математичні методи розв'язання завдань аналізу та синтезу параметрів машин як вихідних засад сільськогосподарської механіки, які передавались в СКБ та ГСКБ заводів сільськогосподарського машинобудування або друкувались у періодичних журналах та окремих монографіях.

Наукові праці П. М. Василенка друкувались у доповідях АН УРСР, у доповідях ВАСГНІЛ, у Віснику с.-г. наук та інших виданнях. Низка його наукових праць була опублікована за кордоном – в Чехословаччині, Болгарії, Румунії, Франції та США, а окремі з них особливо відзначались у зарубіжній пресі. Так, наприклад, праця «Теорія кочення колеса зі слідом» цитувались у перекладеній російською мовою книзі «Машини і місцевість», виданій у США. До цієї статті була прикута увага у зв'язку з тим, що в ній йшла мова про кочення колеса зі слідом, бо саме таке кочення відбувалось при коченні коліс по поверхні Місяця, на який готувалась висадка космічного корабля.

Активна робота як в науково-дослідному інституті АН, так і в навчальній академії на посаді зав. кафедри і професора з курсу «Теорії і розрахунків с.-г. машин», примноження власного наукового доробку і розвиток своєї наукової школи, об'єктивне оцінювання дисертаційних робіт під час захисту на спеціалізованій вченій раді, плідне наукове спілкування як з відомими вченими так із звичайними викладачами, співробітниками і студентами створили йому незаперечний авторитет як неординарної особистості. Тому закономірно відбулось заслужене визнання – на загальних зборах ВАСГНІЛ 25 червня 1956 року його було обрано дійсним членом (академіком) по відділенню «Механізація і електрифікація сільського господарства».

18 грудня 1956 року вийшла Постанова ЦККП(б)У і РМ УРСР про створення на базі навчального закладу Українська сільськогосподарська академія і науково-дослідних інститутів аграрного профілю Української академії сільськогосподарських наук (УАСГН).

Доречно нагадати, що подібна наукова установа була створена урядом УНР (Симона Петлюри) ще в 1918 році. Для створення академії, як відомо, треба мати фундаторів і на пропозицію уряду і наукової громадськості і академії ВАСГНІЛ П. М. Василенко став її фундатором і був призначений на посаду академіка-секретаря відділення механізації і електрифікації, одночасно залишаючись на посаді зав. кафедри сільгоспмашин і продовжуючи читати лекції. Створення академії сприяло зміцненню



зв'язків із заводами сільгоспмашинобудування, які залучались до участі у нарадах при УАСГН, присвячених проблемам механізації і електрифікації сільськогосподарського виробництва. Працюючи на посадах академіка-секретаря і завідувача кафедри П. М. Василенко проводив досить широку підготовку нових молодих наукових кадрів через аспірантуру. В 1962 році УАСГН була реорганізована у Південне відділення ВАСГНІЛ, а з 25 грудня 1990 р. було створено Українську академію аграрних наук (нині Національна академія аграрних наук України) і в 1991 році він знову був обраний академіком цієї академії.

В 1962 році партійними і державними органами був проголошений курс на оновлення керівництва в наукових і освітянських установах, П. М. Василенко звільняється майже з усіх посад і переходить на посаду професора-консультанта кафедри сільськогосподарських машин УСГА (нині Національний університет біоресурсів і природокористування України), де і працює до кінця свого життя.

Звільнення від адміністративних обов'язків, після офіційного виходу на пенсію, вивільнило могутній творчий потенціал вченого і дало можливість зосередитись тільки на науковій діяльності. За період активної роботи «на пенсії» П. М. Василенко видав більше 120 наукових праць, в тому числі підручники і фундаментальні монографії, підготував чотирьох докторів та двадцять трьох кандидатів технічних наук, давав наукові консультації багатьом пошукачам докторських і кандидатських дисертацій з різних наукових та освітніх закладів бувшого Радянського Союзу.

Так за дуже короткий термін в 1964 році він видав фундаментальну монографію «Автоматизація процесів сільськогосподарського виробництва», яка занесена до книг Міжнародного фонду ООН, за якою визначається рівень автоматизації сільськогосподарського виробництва в усіх країнах світу і рекомендується фахівцям для детального вивчення. Свою ж останню фундаментальну монографію «Введення у землеробську механіку» він видав у 1996 році, коли йому виповнилось 96 років.

Академік П. М. Василенко користувався незаперечним авторитетом серед учених ВАСГНІЛ і академія доручала йому проведення наукових семінарів з проблем землеробської механіки у всіх наукових центрах колишнього Союзу. Відгуки про якість цих семінарів, які надходили до ВАСГНІЛ, були сповнені найвищих оцінок, а інакше і не могло бути, адже це П. М. Василенко – видатна постать в науці.

Про наукову та практичну цінність опублікованих праць П. М. Василенка свідчать багаточисленні посилання на них у вітчизняній і зарубіжній пресі, а також відгуки та рецензії на них учених і, зокрема, таких видатних, як академіка АН СРСР І. І. Артоболевського, академіка ВАСГНІЛ В. О. Желіговського.

Науковим тріумфом втілення в практику наукових ідей П. М. Василенка стало успішне використання автоматичних апаратів

пересування «Ровер» по поверхні Місяця, яке здійснили американці двічі в 1971-1972 рр. посилаючи туди свої космічні кораблі.

В цілому оцінюючи всю багатогранну діяльність академіка П. М. Василенка, той фундаментальний внесок, який він додав у розвиток сільськогосподарської техніки і, зокрема, в розвиток таких наукових дисциплін, як сільськогосподарське машинознавство та сільськогосподарська механіка, дає підставу вважати його одним з основоположників такої наукової дисципліни, як сільськогосподарська механіка в Україні.

За видатний науковий внесок у розвиток землеробської механіки рішенням Президії ВАСГНІЛ Василенку П. М. 7 грудня 1997 року було присуджено Золоту медаль імені В. П. Горячкіна – найвищу нагороду цієї академії в галузі механізації і електрифікації сільського господарства. До цього такою медаллю були нагороджені лише два вчених: всесвітньовідомий вчений, Герой Соціалістичної Праці, академік АН СРСР І. І. Артоблевський і академік ВАСГНІЛ В. О. Желіговський. По своїй скромності П. М. Василенко уникав представлення свого місця в науці. Коли в 1990 році ми з академіком Л. В. Погорілим готували оглядову статтю «Машинознавство, землеробська механіка та техніка у 20-му столітті», в якій зробили спробу «проранжувати» науковий вклад окремих вчених, то завершили її таким текстом: «Серед видатних вчених, які зробили фундаментальний внесок у розвиток машинознавства та землеробської механіки та утворили широко відомі в країні та за її межами наукові школи, у минулому столітті серед перших слід назвати такі імена:

1. Горячкін Василь Прохорович (1868-1935) – почесний академік АН СРСР, академік ВАСГНІЛ.

2. Желіговський Владислав Олександрович (1891-1974) – академік ВАСГНІЛ, лауреат медалі імені В. П. Горячкіна.

3. Василенко Петро Мефодійович (1900-1999) – академік Української академії аграрних наук та Російської академії сільськогосподарських наук (колишня ВАСГНІЛ), лауреат Золотої медалі імені В. П. Горячкіна, член-кореспондент НАН України.

4. Артоблевський Іван Іванович (1905-1977) – академік АН СРСР, Герой Соціалістичної Праці, лауреат медалі імені В. П. Горячкіна.

5. Болтинський Василь Миколайович (1904-1977) – академік ВАСГНІЛ, Герой Соціалістичної Праці.

6. Літошнєв Михайло Миколайович (1988-1958) – почесний академік ВАСГНІЛ.

7. Василенко Іван Фомич (1894-1980) – академік ВАСГНІЛ, Герой Соціалістичної Праці.

8. Лучинський Микола Дмитрович (1899-1988) – академік ВАСГНІЛ.

Академік П. М. Василенко створив видатну наукову школу, кафедра сільськогосподарських машин і після того, як він залишив посаду завідувача і став професором-консультантом продовжувала бути центром генерації ідей розвитку нових напрямків у механізації сільськогосподарського виробництва.

Завідувачем кафедри в 1962 році обрали учня П. М. Василенка – доцента Гапоненка Василя Савича, якому вдалося консолідувати колектив, створити умови для творчої роботи професору-консультанту, який готував аспірантів і докторантів не тільки для потреб кафедр академії, а і для інших вишів та науково-дослідних інститутів. В 60-ті-70-ті роки захистили дисертації і стали працівниками кафедри: Є. О. Офат, Г. П. Опалко, П. С. Короткевич, Д. Г. Войтюк, В. П. Третяк, О. М. Пилипенко, В. М. Борисов, Г. Р. Гаврилюк, В. М. Шевелєв, В. І. Меньяло, а також працівники інших організацій: С. М. Донець, Я. І. Верменко, М. І. Пахар, Б. М. Гевко. Особливо слід відзначити плідні наукові зв'язки кафедри з Українською машиновипробувальною станцією, головним інженером якої в той час був найталановитіший учень П. М. Василенка – Леонід Володимирович Погорілий. Свою наукову діяльність він розпочав у студентські роки у науковому гуртку П. М. Василенка, після закінчення в 1958 році академії без відриву від виробництва в 1963 році захистив кандидатську, а в 1974 році докторську дисертацію і був обраний академіком ВАСГНІЛ та УААН. Також кандидатські дисертації захистили без відриву від виробництва талановиті представники УкрМВС В. В. Брей і В. А. Шабранський.

В 70-ті-80-ті роки під керівництвом П. М. Василенка захистили кандидатські дисертації і стали викладачами кафедри сільгоспмашин: Г. І. Живолуп, О. М. Погорілець, Б. Т. Федотов, О. М. Дімчев, Л. В. Аніскевич; на кафедрі механіки і ТММ почав працювати В. М. Булгаков, в інші навчальні заклади пішли працювати К. Г. Іваніца, О. Є. Петренко, В. Ф. Пащенко, М. Я. Довжик.

Маючи певний досвід роботи в Міністерстві сільського господарства, завідувач кафедрою В. С. Гапоненко зумів надати роботі колективу кафедри системного характеру в усіх напрямках: науковому, педагогічному, господарському, виховному. Була відкрита наукова госпдоговірна тематика по вивченню ущільнюючої дії машинних агрегатів на врожайність сільськогосподарських культур, регулярно працював науковий семінар під керівництвом академіка П. М. Василенка, на якому заслуховували результати досліджень членів кафедри та представників інших наукових закладів. Особливо жваві дискусії виникали при заслуховуванні докторських дисертацій О. О. Омельченка, М. С. Хоменка, Л. В. Погорілого, В. С. Басіна, Є. С. Босого, П. П. Карпуші.

В 1978 році кафедру очолив учень Петра Мефодійовича Короткевич Петро Стефанович, який працював вченим секретарем відділення УАСГН,

коли Василенко П. М. був академіком-секретарем. Короткевич П. С. мав високу наукову компетентність, інтелігентність, всебічну ерудованість, педантизм і доброзичливість за що його любили і поважали не тільки співробітники кафедри, а й весь колектив факультету механізації і особливо студенти.

Наукові дослідження співробітників кафедри в цей період були зосереджені на вирішення актуальних проблем оптимізації впливу ходових систем машинних агрегатів на ущільнення ґрунту при вирощуванні сільськогосподарських культур, розробці теоретичних і експериментальних основ удосконалення сівалок, бурякозбиральних машин, машин для збирання плодів і овочів, а також машин для захисту рослин. Особлива увага приділялась розробці нових підходів у методичному забезпеченні навчального процесу і були створені технологічні лабораторії з наочними посібниками, стендами по дослідженню роботи окремих вузлів і механізмів машин, засоби контролю засвоєння знань студентами. Особлива увага приділялась практичному навчанню по забезпеченню умов, які дозволяють кожному випускнику одержати робітничу професію тракториста-машиніста, комбайнера з видачею відповідних документів. Для цього на кафедрі проводилась велика робота по організації вивчення складних систем сільгоспмашин (гідравліки, електрообладнання) в позаурочний час. Було започатковано проходження виробничої практики, якою керували викладачі кафедри, шляхом організації студентських механізованих загонів.

В 1988 році кафедру очолив також учень Петра Мефодійовича професор Войтюк Дмитро Григорович, який одночасно обіймав посаду декана факультету механізації. Це сприяло більш оперативному вирішенню проблем оснащення кафедри новітньою технікою вітчизняного і зарубіжного виробництва, налагодженню співробітництва із зарубіжними університетами. У зв'язку з одержанням Україною незалежності (1991 р.) здійснювався пошук шляхів адаптації нашої системи освіти до розвинутих країн. За орієнтир була взята дворівнева (бакалавр, магістр) американська система підготовки фахівців, їх система дорадництва і зосередження наукових досліджень в університетах. Вивчався також і європейський досвід організації вищої освіти і наукових досліджень. У цей період були заключні договори про підготовку інженерів-конструкторів у Дрезденському технічному університеті із захистом дипломів в Україні і Німеччині (3-4 особи щорічно), фахівців з агарної інженерії в Айовському і університеті Пурдю (штат Індіана) США. Налагоджено співробітництво з Люблінським відділенням Польської академії наук і Люблінською агарною академією по моторизації і енергетиці сільського господарства з щорічним проведенням наукових конференцій і виданням наукових праць почергово в Україні і Польщі. Розвалились також наукові зв'язки з вченими Чехії, Словачії, Румунії і Прибалтійських республік. Для більш тісного

співробітництва науковців кафедри з конструкторами заводів сільськогосподарського машинобудування за сприяння Міністерства промислової політики України у 1996 році було організовано постійно діючу виставку нової сільськогосподарської техніки і технологій в навчальних лабораторіях кафедри.

У 1997 році вперше в Україні започаткований новий науковий напрямок з розробки механіко-технологічних основ системи точного землеробства (науковий керівник професор Д. Г. Войтюк). В 1998 році була заснована проблемна лабораторія «Система точного землеробства» (завідувач доцент Л. В. Аніскевич), в роботі якої брали активну участь доценти: Г. Р. Гаврилюк, М. С. Волянський, О. В. Ямков, В. М. Мартишко, інженер С. М. Маранда. Дослідження з цього напрямку базуються на супутниковій системі навігації і передбачають, залежно від потреб, зміну норм внесення технологічних матеріалів «на ходу» при роботі машинно-тракторних агрегатів.

Розробка новітніх механізованих технологій та сільськогосподарських машин, адаптованих до системи точного землеробства знайшли відображення в докторській дисертації доцента Л. В. Аніскевича, яка була блискуче захищена на спеціалізованій вченій раді Національного аграрного університету (нині НУБіП України).

Високу оцінку роботі проблемної лабораторії кафедри дав президент України Л. Д. Кучма під час відвідання Національного аграрного університету у жовтні 1999 року.

На кафедрі розроблено і впроваджено у виробництво ультрамалооб'ємний обприскувач на базі надлегкого мобільного енергетичного засобу, що дозволяє значно збільшити продуктивність машини при високій якості виконання технологічного процесу.

У 2005 році завідувачем кафедри було обрано також учня П. М. Василенка професора Аніскевича Леоніда Володимировича. Були продовжені дослідження по обґрунтуванню наукового практичних основ застосування безпілотних польових інформаційних машин в рослинництві з розробкою теорії побудови навігаційно-управляючого комплексу машин та методами обробітку комплексної навігаційної інформації (проф. Д. Г. Войтюк, проф. Л. В. Аніскевич, доц. О. О. Броварець). На рівні світової новизни запропонована (проф. Л. В. Аніскевич, проф. Д. Г. Войтюк, доц. С. В. Смолінський) методику прогностичного способу регулювання режимами функціонування робочих органів збиральної машини для вирішення проблеми нерівномірного завантаження робочих органів комбайна технологічним матеріалом внаслідок зміни рівня місцевизначеної врожайності та умов комбайнування по напрямку ходу машини. Також вперше у світовій практиці запропонована (проф. Л. В. Аніскевич, проф. Д. Г. Войтюк) нова методика високоточної інформації про місцевизначену врожайність для побудови картограм врожайності з використанням

інтегральної моделі Дюамеля на основі імпульсних перехідних характеристик збиральних машин в функції часу.

В 2011 році професор Л. В. Аніскевич за станом здоров'я переходить на посаду професора кафедри і цим самим закінчується майже 50-річний період, впродовж якого кафедру очолювали виключно учні П. М. Василенка.

Доктор технічних наук Мироненко Валентин Григорович, який тривалий час працював в ННЦ «ІМЕСГ», органічно вписався в колектив кафедри, уміло продовжив наукові і педагогічні традиції, підсилив наукові розробки новітніх інформаційно-технічних систем підтримки виробництва продукції рослинництва, Пропрацювавши один рік завідувачем (2011-2012 рр.), він з поважних причин перейшов на іншу роботу, але залишився надалі в творчих і дружніх стосунках з колективом кафедри.

В 2012-2013 рр. кафедрою керував доцент Володимир Борисович Онищенко, який після наукової підготовки в ННЦ «ІМЕСГ» перейшов на педагогічну роботу на кафедру і певний час був деканом факультету конструювання і дизайну. За його безпосередньою участю розроблено обприскувач польових культур із врегулюванням дисперсності крапель та пневматичною системою осадження крапель робочої рідини, а також обприскувач польових культур з автоматичним регулюванням норм внесення, які пройшли державні приймальні випробування в ДНУ «УкрНДПВТ імені Леоніда Погорілого».

В 2013 році терміном на три роки було обрано доктора сільськогосподарських наук Теслика Віктора Васильовича. Ним започатковано створення на кафедрі лабораторії «Техніко-технологічного забезпечення виробництва і застосування мікробіопрепаратів» для забезпечення замкнутого циклу виробництва екологічно чистої органічної продукції.

Заслужують на увагу перспективні дослідження місцевизначеної сівби, які передбачають двофазний спосіб заробки насіння сільськогосподарських культур у ґрунт.

Важливим напрямком удосконалення технологій точного землеробства є пошук новітніх способів внесення технологічних матеріалів. Запропонований (проф. Л. В. Аніскевич, доц. О. О. Броварець) принципово новий балістичний спосіб внесення дозволяє уникнути негативного впливу опорно-ходових систем МТА на ґрунт, різко знижує витрати паливно-мастильних матеріалів, сприяє значному підвищенню точності і продуктивних реалізацій технологій перемінних норм внесення технологічних матеріалів, а також сприяє заощадженню останніх в середньому на 20-25%.

В 2016 році кафедру очолив доцент Гуменюк Юрій Олегович, який є вихованцем кафедри, учнем професора Д. Г. Войтюка і є всі підстави

сподіватися, що він достойно продовжить славні традиції кафедри, яка носить ім'я видатного вченого академіка П. М. Василенка.

За короткий період за сприяння ректора НУБіП України професора С. М. Ніколаєнка на кафедрі оновлено матеріально-технічну базу навчальних і наукових лабораторій, які оснащені новітньою технікою компаній: Elvorti (Україна), Kuhn (Франція), John Deere (США), Lemken (Німеччина), Hardi (Данія), New Holland (США).

Завідувач кафедри Юрій Гуменюк плідно працює по дослідженню динаміки руху ґрунтообробних машин і адаптації робочих органів машин до ґрунтових умов. Проводяться широкі дослідження по впливу електромагнітного випромінювання крайньо високочастотного діапазону на біооб'єкти, а також дослідження фізичних механізмів, які лежать у основі резонансного поглинання та інформаційного впливу мікрохвиль на рослини. У співпраці із вченими ННЦ «ІМЕСГ» (нині Інститут механіки та автоматики АПВ) науковцями кафедри (О. М. Вечера) розроблено і виготовлено нові стаціонарні універсальні протруювачі неперервної дії інерційно-фракційного типу ПНУ-4 і ПНУ-10. Ґрунтовні дослідження доц. О. В. Ямкова проведені у напрямі удосконалення бурякозбиральної техніки шляхом обґрунтування параметрів та режимів роботи гичкозбиральних і викопуючих робочих органів з метою зменшення енергоємності їх робочих процесів.

На замовлення Мінагрополітики визначено і обґрунтовано (доц. М. С. Волянський) конструктивні параметри, розраховано технологічні режими, енергетичні і тягово-зчіпні властивості надлегкого мобільного енергетичного засобу, досліджено динаміку його руху, обґрунтовано параметри технологічних модулів до нього із застосуванням методів статистичної динаміки.

На кафедрі належна увага приділяється методичному забезпеченню навчального процесу написанню підручників і навчальних посібників, публікації результатів наукових досліджень, написанню монографій і проведенню патентної роботи.

За 125 років існування кафедри опубліковано близько 8000 наукових праць, в т.ч. 23 монографії, 112 підручників і навчальних посібників, отримано 298 авторських свідоцтв на винаходи і патентів, підготовлено 18 докторів наук і 84 кандидати наук.

Підручник «Сільськогосподарські та меліоративні машини» за редакцією проф. Д. Г. Войтюка отримав Першу премію Міністерства АПК України в 2007 році.

Спираючись на наукову спадщину академіка П. М. Василенка і його наукової школи перед колективом кафедри стоять завдання сформульовані представником цієї школи академіком Л. В. Погорілим: «...при розв'язанні перспективних задач аналізу і синтезу нових вітчизняних конструкцій машин необхідно враховувати загальні закономірності розвитку техніки,

технологічних і виробничих процесів та відслідковувати тенденції розвитку кращих зарубіжних аналогів. Характерною особливістю розвитку будь-яких механізованих технологічних процесів і техніки є діалектична закономірність вичерпання з певним часом можливостей попередньо розроблених відповідних машин, формування критичної ситуації з пошуком нової парадигми і своєчасне науково-конструкторське забезпечення розробки все більш досконалих технологій і машин».

Список використаних джерел

1. Василенко П. М. До сторіччя факультету механізації конструкторської та машиновипробувальної справи в Україні. Техніка АПК. 1998. Спецвипуск (жовтень). С. 6–7.
2. Погорілий Л. В. Випробування – передовий край створення і впровадження нової сільськогосподарської техніки. Техніка АПК. 1998. Спецвипуск (жовтень). С. 8–9.
3. Погорілий Л. В. Сучасні проблеми землеробської механіки і машинознавства при створенні сільськогосподарської техніки нового покоління. Техніка АПК. 2003. №11 (листопад). С. 6–9.
4. Академік П. М. Василенко – яскравий погляд у майбутнє. Київ. Хай-Тек Прес, 2012. 510 с.
5. Академіки Української академії аграрних наук. Василенко Петро Мефодійович. Бібліографічний покажчик наукових праць за 1933-1999 роки. Київ. Аграрна наука. 2000. 128 с.
6. Члени-кореспонденти Української академії аграрних наук. Войтюк Дмитро Григорович. Київ. Аграрна наука. Ніжин. ПП Лисенко М.М. 2009. 183 с.
7. Василенко П. М., Погорілий Л. В., Войтюк Д. Г. Машинознавство, землеробська механіка та техніка у 20-му столітті. Науковий вісник Національного аграрного університету. Київ. 1997. Вип. 9. С. 9–26.
8. Василенко П. М., Войтюк Д. Г. До історії розвитку землеробської механіки на Україні. Науковий вісник Національного аграрного університету. Київ. 1997. Вип. 9. С. 3–8.
9. Войтюк Д. Г., Аніскевич Л. В., Теслюк В. В. Наукові досягнення та дослідно-конструкторські розробки кафедри сільськогосподарських машин та систем техніки імені академіка П. М. Василенка. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК. Київ. 2013. Вип. 185. Ч. 3. С. 35–41.
10. Вергунов В. А. Освітньо-наукова агроінженерна думка в Національному університеті біоресурсів і природокористування України в перші двадцять років існування (до 125-річчя кафедри сільськогосподарських машин та систем техніки імені академіка П. М. Василенка: НААН, ННСБ. Ін-т історії аграрної науки, освіти та техніки. Київ: НУБіП України. 2023. 112 с.



УДК 631.171, 66-911.6

## АСПЕКТИ НЕРУЙНІВНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ЩІЛЬНОСТІ ГРУНТУ

*Кравчук В. І., Іванюта М. В.*

*Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН*

*Гуменюк Ю. О.*

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Постановка проблеми. Вирішення проблем потокового визначення агрофізичних властивостей ґрунту для сучасних систем землеробства є актуальним питанням для розробки автоматизованих систем поточного керування фазовим станом ґрунту (Kravchuk, at all., 2023; Ivaniuta at all., 2023).

Розвиток магнітохімічних методів досліджень агрофізичних параметрів ґрунту дозволяє забезпечити можливість розробки та проектування засобів потокового дистанційного (безконтактного) визначення фазового стану та складу ґрунту через вимірювання магнітних моментів складових хімічних елементів.

Відомо, що процес взаємодії магнітного поля з ґрунтом характеризується як діамagnetизм та парамагнетизм що може бути покладене в основу магнітохімічних досліджень властивостей ґрунту (FarzadShirzaditabar & Richard J.Heck, 2022).

У зв'язку з чим одним з перспективних напрямків розробки та вдосконалення засобів визначення стану ґрунту є дослідження та розробка технологій взаємодії магнітного поля з композитними матеріалами що дозволить потокове визначення агрофізичних властивостей в процесі обробітку (Ivaniuta at all., 2023).

Аналіз останніх досліджень. Визначення магнітної сприйнятливості відіграє важливу роль в дослідженнях класів речовин, що дозволяє вивчати внутрішню структуру речовин, а також характер їх взаємодій (Orchard, 2023). У цьому разі ґрунт може бути розглянуто як композитний магнітний матеріал, що вступає у взаємодію з магнітним полем, характеристики якого можна визначити питомими енергетичними змінами джерела намагнічування. За своїм хімічним складом ґрунт можна класифікувати як композитний матеріал з діамagnetиків та парамагнетиків.

Магнітні властивості ґрунту проявляються струмами, що виникають за рахунок обертання електронів, як навколо ядра так і навколо своєї осі за рахунок коливання власних орбіт що можуть бути характеризовані Ларморовою прецесією. Магнітні моменти атомів змінюють свій напрям під дією зовнішнього магнітного поля (Lundren at all, 2013; Orchard, 2023).

В процесі намагнічування ґрунту в доменних структурах відбуваються процеси зміщення та обертання спінів, що на різних ділянках кривої намагнічування залежать від магнітної структури, наявності дефектів та порожнин, форми та інших параметрів що впливає на криву намагнічення шляхом дії розмагнічуючого фактора або коерцитивної сили.

Мета досліджень. Встановлення зв'язків агрофізичних параметрів з магнітною проникністю ґрунту. Аналітичні дослідження взаємодії індукційного потоку в змінному індукційному полі з ґрунтом.

Результати досліджень. При повному циклі перемагнічування в кожен одиницю об'єму ґрунту вводиться енергія, чисельно рівна площі петлі гістерезису що використовується на подолання коерцитивних сил і в результаті переходить в тепло (Müller, 2001). При знакозмінних значеннях магнітного поля енергія визначається не тільки площею петлі гістерезиса, а й вихровими струмами що спричинені магнітним потоком. Таким чином динамічна петля гістерезису може відрізнитись від статичної за формою та площею. Відомо, що енергія магнітного поля  $W$ , затрачена на намагнічування зразка ґрунту може бути визначена як:

$$W = \int_V w dV. \quad (1)$$

де  $w$  – щільність енергії магнітного поля, Дж/м<sup>3</sup>;

За своїм значенням це робота, необхідна для збільшення магнітної індукції в одиниці об'єму магнетика. У випадку постійної магнітної проникності та лінійних зв'язків щільність енергії магнітного поля:

$$w = \mu\mu_0 \int H dH = \frac{\vec{H}\vec{B}}{2}. \quad (2)$$

де  $\mu_0$  – магнітна проникність вакууму,  $1.257 \cdot 10^{-6}$  Гн/м;

Відомо, що при нелінійній, але однозначній залежності магнітної проникності вся робота намагнічування витрачається на збільшення енергії магнітного поля.

Наразі відомо, що для визначення магнітної проникності використовують генератори та трансформатори змінного магнітного поля. Для обчислення значень перспективним є метод еквівалентних синусоїд (метод розрахунку за дійсними значеннями). Перехід до еквівалентних синусоїд виконують шляхом заміни петель гістерезису еквівалентними еліпсами на основі визначення зсуву фази коливань напруженості та індукції.

Висновки. Запропонований індукційний метод безконтактного визначення щільності та пористості ґрунту є перспективним, та може бути адаптованим до умов сучасного землеробства, за використання відомих значень магнітної проникності ґрунту.

Список використаних джерел

1. Lundgren, Julia & Grémiaux, Alexandre & Eberhardt, Jacob. (2013). Theoretical study of the interaction between an ion-protein complex and an

extremely weak, low-frequency combined magnetic field. DOI//10.13140/2.1.5057.9524.

2. Müller, K.-H. (2001). Magnetic Viscosity. Doi//10.1016/B0-08-043152-6/00869-X.

3. Orchard, A.F. (2003). Magnetochemistry. Oxford Chemistry Primers. Oxford University Press. ISBN 0-19-879278-6.

4. Kravchuk V., Ivaniuta M., Bratishko V., Gumeniuk Y., Kurka V., (2023) On-stream soil density measuring. INMATEH. P. 665-672 <https://doi.org/10.35633/inmateh-69-64>.

5. Ivaniuta, M., Dr, prof. Kravchuk V., & Ramus M. (2023). Forecast for the Adaptive Tillage System. International Journal of Life Science and Agriculture Research, 2(7), 193–199. <https://doi.org/10.55677/ijlsar/V02I07Y2023-06>.

6. Farzad Shirzaditabar and Richard J.Heck. (2022). Characterization of soil magnetic susceptibility: a review of fundamental concepts, instrumentation, and applications. Canadian Journal of Soil Science. 102(2): 231-251. <https://doi.org/10.1139/cjss-2021-0040>

УДК 338

## **ЕНЕРГЕТИЧНА СТРАТЕГІЯ РОЗВИТКУ АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА УКРАЇНИ**

*Адамчук В. В.*

*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва  
Національної академії аграрних наук України.*

Вітчизняне агропромислове виробництво використовує значні обсяги паливо-енергетичних ресурсів, 60% яких Україна імпортує, зокрема: 1,3 млн тон дизельного пального, майже 100 тис. тон бензину, 330 млн м<sup>3</sup> природного газу та 3 тис. тон скрапленого газу. Окрім того, аграрії щорічно використовують понад 3,7 млрд кВт · год електроенергії, більше 8 тис. м<sup>3</sup> дров та понад 4 тис. тон паливних брикетів. Вартість щорічних закупок тільки дизельного пального перевищує 61 млрд грн.

Сучасні економічні та воєнні реалії зумовлюють необхідність розроблення нових шляхів вирішення проблеми енергозабезпеченості, як однієї з основних складових національної безпеки України.

Кабінет Міністрів України схвалив Енергетичну стратегію України на період до 2050 року (Розпорядження від 21 квітня 2023 р. № 373-р), яка передбачає приєднання енергосистеми нашої держави до європейської мережі; впровадження новітніх технологій, зокрема, виробництво та

використання водню в енергетичних цілях, малі модульні ядерні реактори, установки акумуляування енергії; виконання міжнародних зобов'язань щодо енергоефективності та використання відновлювальних джерел енергії, а також зменшення викидів парникових газів; децентралізацію генерації електроенергії.

Упродовж найближчих десяти років в агропромисловому виробництві широко буде використовуватись електрична, механічна та теплова енергії. Поступово буде збільшуватись частка електричної енергії як у стаціонарних виробничих процесах, так і у мобільних. З приходом війни цінність відновлюваних джерел енергії трансформувалась з більш екологічної на безпекову та економічну.

Вченими Інституту ще на початку 2000-х років була проведена оцінка потенційних можливостей різних регіонів України щодо ефективного виробництва електроенергії з використанням вітру, за результатами якої зроблено висновок про доцільність розвитку вітроенергетики у зоні Карпат, південному, південно-східному регіонах, зокрема на узбережжі морів. Для виробництва електроенергії з використанням вітру та сонячного випромінювання на вітчизняному ринку широко представлені необхідні технічні засоби. Інститутом завершено дослідження щодо створення вітроенергетичних установок малої потужності, які доцільно використовувати в домогосподарствах як установки періодичної дії. За результатами досліджень були виготовленні окремі зразки вітроенергетичних установок.

В сучасних умовах, коли до 2030 року діє суттєва державна підтримка виробників «чистої» електроенергії, доцільна географія використання сонячних та вітрових енергетичних установок суттєво розширилась, а строки окупності із колишніх 7-16 років скоротились в кілька разів.

Електрична енергія, враховуючи всі її переваги, з часом стане домінуючим видом енергії не тільки у стаціонарних процесах агропромислового виробництва, а й у мобільних. Це підтверджено і результатами досліджень Інституту, за якими розроблено перший в Україні трактор на акумуляторних батареях, що успішно пройшов перевірку у виробничих умовах, та самохідна технологічна платформа. Широке їх впровадження стримується відсутністю акумуляторних батарей великої ємності.

В провідних країнах світу для створення нормованої температури в приміщеннях широко використовуються теплові насоси. Результати досліджень вчених Інституту з використання геотермальної енергії були поставлені в основу створення експериментального обладнання для забезпечення мікроклімату в приміщенні кролеферми на 800 голів, яке забезпечило річний економічний ефект понад 80 тис. грн. Необхідно відмітити, що використання теплових насосів як в житлових, адміністративних, так і у виробничих приміщеннях постійно буде зростати.

Впродовж останніх років новий рівень розвитку набуло виробництво біогазу із сільськогосподарської сировини та відходів з наступною його очисткою до стану біометану, який може використовуватися в Україні для промислових цілей, в тому числі для генерації електроенергії, а також побутових цілей або на експорт. В Інституті були проведені науково-дослідні роботи з переобладнання тракторів Т-150 К з дизельним двигуном і тракторів ХТЗ 2511М з двигуном з іскровим запаленням для роботи на природному газу. За результатами досліджень були розроблені відповідні рекомендації щодо переобладнання двигунів та їх експлуатації на газу.

В агропромисловому виробництві використовуються у великих обсягах рідкі види палив, які Україна імпортує. Враховуючи зростання цін на моторні палива та проблеми з експортом сільськогосподарської продукції, доцільно використати світовий досвід, який підтверджує ефективність переведення мобільної техніки, у тому числі і у сільському господарстві, на суміші пального мінерального походження з біопальним з послідовним переходом до стовідсоткового використання біопального.

Вчені Інституту під керівництвом професора Івана Масла в 2000-х роках першими в Україні налагодили виробництво біодизеля (точніше метилового ефіру) з ріпакової олії, який за своїми фізико-хімічними характеристиками відповідає ДСТУ 6081:2009 на дизельне біопаливо. Експериментально було підтверджено, що робота двигуна за екологічними показниками при застосуванні чистого біодизеля та його сумішей у порівнянні з його роботою на дизельному пальному значно краща, а годинна та питома витрата біодизеля за номінальної потужності двигуна зростає з підвищенням концентрації метилового ефіру у суміші пального. Так, за використання метилового ефіру 50% і 100% годинна витрата пального зростає відповідно на 1,0 і 4,3%, а питома – на 6,6 і 7,5%.

Дослідження з виробництва і використання біодизеля проводились у співпраці з вченими закладів вищої освіти, зокрема, Національного університету біоресурсів і природокористування України, Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка та Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного.

Як показує світовий досвід, поряд з біодизелем в автотранспортних засобах широко використовується біоетанол. Дослідження з цього напрямку широко проводились у Вінницькому національному аграрному університеті. В Інституті були проведені дослідження з вивчення роботи дизельного двигуна власної модернізації за роздільної сумісної подачі дизельного пального та біоетанолу у співвідношеннях 90:10 та 60:40. В обох варіантах мало місце зменшення викидів шкідливих речовин.

Впродовж останнього десятиліття вироблене з біомаси тверде паливо знайшло широке застосування для теплозабезпечення адміністративних, виробничих та житлових приміщень. При цьому використовуються

деревина, відходи її переробки, спеціально вирощені енергетичні культури: верба, тополя, павловнія, міскантус, просо прутоподібне, сорго цукрове, а також незернова частина урожаю сільськогосподарських культур.

Спільно з Інститутом біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН розроблено проекти технологічних карт вирощування біоенергетичних культур, сформовано перелік необхідних технічних засобів, у тому числі, визначено номенклатуру техніки, яку необхідно ще розробити. З цією метою в ІМА АПВ НААН була проведена низка теоретичних та експериментальних досліджень, за результатами яких:

- створено експериментальний зразок машини для садіння верби МС-4 «Верба», яка забезпечує зменшення завалювання живців до  $10^0$  та збільшення продуктивності;

- розроблено технічний засіб для збирання насаджень деревних енергетичних культур на базі серійного подрібнювача гілок «ОЛНОВА Д-660Т»;

- розроблено технологічний процес вирощування міскантусу в гребенях, за яким підготовку плантації та догляд за рослинами здійснюють машинами загального призначення, для виконання операції садіння різом міскантусу модернізували картоплесаджалку, а для викопування кореневищ – картоплекопач. Швидкість механізованого садіння різом удвічі вища у порівнянні зі спеціальною саджалкою із ручною подачею посадкового матеріалу. Енерговитрати на викопування кореневищ в гребенях на 15-20 % менші за рахунок зменшення підбирання маси ґрунту та кращої сепарації вороху;

- експериментально підтверджено можливість збирання міскантусу восени – у першій декаді вересня, за двофазною технологією. Встановлено, що раціональна довжина часток сировини для сушіння становить 200-250 мм, завдяки їй підвищується середня швидкість висушування міскантусу до 3,6-5,0 % на добу;

- встановлено, що за розділення потоків технологічних матеріалів за комбайнового збирання урожаю грубостебельних культур на два потоки, один з яких не проходить крізь молотарку, забезпечується збільшення обсягів заготівлі незернової частини урожаю соняшнику з 10–15 ц/га до 20–25 ц/га, а кукурудзи до 50–70 ц/га за рівня вологості 20–25%. Розроблено конструктивно-технологічну схему адаптера до зернозбирального комбайна;

- розроблено структурну схему теплозабезпечення сільських споживачів, яка враховує технологічний процес переробки місцевої біосировини мобільним агрегатом у тверде біопаливо в місцях його безпосереднього використання. Розроблено експериментальний зразок мобільного агрегата для виробництва твердого біопалива, використання якого дає змогу підвищити економічну ефективність системи

теплозабезпечення сільських споживачів на 17 % за рахунок мінімізації витрат на транспортні роботи.

В цілому встановлено, що наведені приклади використання енергії з відновлювальних джерел будуть ефективними при їх комбінованому застосуванні. Виходячи з цього, в Інституті розроблено технічне завдання на автономну електростанцію типового тваринницького приміщення, конструктивно-технологічна схема якої передбачає можливість використання комбінацій з акумуляторних батарей, сонячної електростанції, вітрової та біопаливної електростанцій.

Доцільність використання незернової частини урожаю зернових та олійних культур для виробництва теплової енергії переконливо підтверджує багаторічний позитивний досвід Інституту та Державного підприємства «Дослідне господарство «Оленівське», де більше 10 років солома використовується відповідно для теплозабезпечення адміністративної будівлі Інституту площею понад 8000 м<sup>2</sup> і в сушарці зерна дослідного господарства. Таким чином тільки Інститут щорічно економить понад 4,5 млн грн.

В енергетичній стратегії агропромислового виробництва важливим є питання переведення його на енергоощадні технології, які базуються на новітніх технічних засобах з автоматизованими і роботизованими робочими органами, що забезпечать адресне виконання технологічних операції, а також збирання сільськогосподарських культур, первинну переробку сільськогосподарської продукції та її зберігання і контроль з мінімізації енерговитрат.

Таким чином енергетична стратегія розвитку агропромислового виробництва України базуватиметься на таких основних засадах:

1. Упродовж найближчих років широке використання будуть мати електрична, механічна та тепла енергії. При цьому збільшуватиметься частка електричної енергії як у стаціонарних виробничих процесах, так і у мобільних. Виробництво енергії буде здійснюватись з дотриманням вимог щодо декарбонізації.

2. У процесі генерації електричної енергії пріоритет буде надано децентралізації її виробництва, а також збільшенню частки електроенергії, виробленої з використанням альтернативних джерел енергії: малої гідроенергетики, сонячної, вітрової енергетики та біоенергетики, в тому числі продуктів переробки біомаси - біогазу та біометану. За таких умов агропромислові підприємства та домогосподарства будуть виробляти електричну енергію для власних потреб і на продаж. При цьому найбільш стійкими до зовнішніх викликів із автономних електростанцій будуть ті, конструктивно-технологічна схема яких передбачає можливість використання комбінацій з акумуляторних батарей, сонячної, вітрової та біопаливної електростанцій.

3. Для унеможливлення пікових перевантажень в електромережі широкий розвиток отримають акумулюючі, маневрені електростанції та системи тощо. Генеруючі підприємства будуть задіяні в енергосистемі України, яка буде інтегрована у європейську.

4. Стаціонарні технологічні процеси в агропромисловому виробництві будуть базуватись, як правило, на використанні електричної енергії. Виконання технологічних операцій мобільними агрегатами здійснюватиметься завдяки енергії, отриманій від їх індивідуальних джерел. Поступово буде збільшуватись кількість таких джерел у вигляді акумуляторних батарей, які на малопотужних енергозасобах будуть заряджатись від власних сонячних панелей, або будуть зйомними і заряджатись від електромережі. На мобільних енергозасобах великої потужності залишаться у використанні двигуни внутрішнього згорання, також будуть використовуватись комбінації різних джерел енергії, що забезпечить функціонування гібридних приводів.

5. В двигунах внутрішнього згорання буде зменшуватись обсяг використання дизельного пального та бензину, а збільшуватиметься використання їх сумішей відповідно з біодизелем та біоетанолом, частка яких у сумішах постійно зростатиме. Пріоритетного розвитку отримують технології виробництва передових рідких біопалив з видів сировини, що не може бути використана як харчові продукти або корми.

6. У значній частці двигунів внутрішнього згорання буде використовуватись біометан як у стисненому, так і зрідженому вигляді.

7. Виробництво біогазу модернізуватимуть у напрямі отримання біометану, який вироблятимуть в Україні на промисловій основі як для промислових потреб, так і для побутових цілей, а також на експорт. Цей вид діяльності стане характерним для потужних підприємств з великими обсягами землекористування та розвинутим тваринництвом. Пріоритетного розвитку отримують технології виробництва біометану з видів сировини, що не може бути використана як харчові продукти або корми.

8. Тверде паливо з біомаси в основному буде використовуватись для отримання теплової енергії. Його застосування стане пріоритетним в агропромисловому виробництві і базуватиметься на використанні енергетичних культур та незернової частини урожаю, а також на використанні місцевої сировини в умовах сільських територій.

9. Буде розширюватись використання теплових насосів як в житлових, адміністративних, так і у виробничих приміщеннях.

10. В агропромисловому виробництві пріоритетними будуть енергоощадні технології, які базуватимуться на новітніх технічних засобах з автоматизованими і роботизованими робочими органами, що забезпечать з мінімальними питомими енергозатратами: адресне створення комфортних умов для розвитку рослин та тварин з мінімізацією впливу на їх роботу



погодних умов; а також збирання сільськогосподарських культур, первинної переробки сільськогосподарської продукції та її зберігання.

Реалізація наведеної енергетичної стратегії за сучасних тенденцій буде відбуватись поступово, якщо не будуть знайдені неординарні політично-економічні чи новітні технічні рішення. Основним стримуючим фактором реалізації енергетичної стратегії буде відсутність у підприємств необхідних коштів на капітальні вкладення. За розрахунками науковців Інституту, щоб забезпечити потрібний обсяг виробництва біометану для заміщення природного газу та виробництва електроенергії необхідно буде побудувати 115 заводів з річною продуктивністю 10 млн м<sup>3</sup> кожен, сумарна вартість яких буде становити 74 млрд грн, а для виробництва необхідних обсягів біодизеля доцільно побудувати 212 заводів з річною продуктивністю більше 6 тис. т кожен, вартість їх будівництва буде сягати майже 1 млрд грн.

Конкретизація та реалізація енергетичної стратегії розвитку вітчизняного агропромислового виробництва буде у значній мірі залежати від воєнних, політичних, економічних та технічних аспектів нашого сьогодення та майбутнього.

УДК 631.313

## **МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОДІЇ ДИСКОВОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ З ГРУНТОВИМ СЕРЕДОВИЩЕМ**

*Козаченко О. В., Сєдих К. М., Волковський О. М.  
Державний біотехнологічний університет*

Застосування у сучасних технологіях обробітку ґрунту знарядь з дисковими робочими органами зумовлює актуальність їх удосконалення шляхом вивчення процесів взаємодії з ґрунтовим середовищем та обґрунтування раціональних конструктивно-технологічних параметрів.

Вирішенню означеної науково-технічної задачі присвячені відомі роботи О. С. Кушнарєва, І. А. Шевченка, В. П. Ковбаси, О. П. Гуцола та інших науковців. Їх аналіз вказує на доцільність проведення подальших теоретичних досліджень з метою доповнення та узагальнення одержаних наукових результатів. Це дозволить створювати технічні засоби обробітку ґрунту з високими показниками якості та задовільняти вимоги щодо енергозбереження при виконанні роботи.

Метою роботи було: дослідити рух частинки ґрунту по увігнутій сферичній поверхні робочого органу дискового знаряддя, визначити лінію та площу контакту ґрунтового середовища із нею, враховуючи напруження

в ґрунтовому середовищі при дії на нього дискового робочого органу визначити складові відповідної сили опору.

Розглядали процес переміщення частинка ґрунту  $P$  масою  $m_p$  по поверхні робочого органу дискового знаряддя. Для визначення положення рівноваги частинки ґрунту щодо абсолютного простору покладено значення сферичних координат  $\psi = 0$  і  $\chi = 0$ . Одержану систему рівнянь відносно  $\psi$  і  $\chi$  вирішували в програмному пакеті Mathematica приймаючи:  $g = 9,8$  м/с<sup>2</sup>,  $q = 1,3 \cdot 10^{-3}$  Н/м<sup>3</sup>;  $\rho = 1340$  кг/м<sup>3</sup>;  $\alpha = 15^\circ$ ;  $\gamma = 10^\circ$ ;  $d = 0,4$  м;  $R = 0,66$  м;  $h = 0,1$  м. Отримано графічну інтерпретацію дискового робочого органу і лінії контакту з ґрунтовим середовищем. При цьому рівняння лінії контакту представлено, як в параметричному так і в звичайному вигляді:

$$\begin{cases} x(t) = -0,320752 + 0,00097876 t + 8,63534 \cdot 10^{-6} t^2 - 2,2426 \cdot 10^{-8} t^3, \\ y(t) = 0,542725 + 0,000708602 t + 1,12761 \cdot 10^{-6} t^2 - 1,46553 \cdot 10^{-8} t^3, \\ z(t) = -0,179942 - 0,00023068 t + 2,1464 \cdot 10^{-6} t^2 - 1,19451 \cdot 10^{-8} t^3; \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} z(x, y) = & 0,719908 + 1,45223 x + 2,57464 x^2 - \\ & - 5,72681 y - 2,29588 x y + 6,77665 y^2. \end{aligned} \quad (2)$$

З використанням розробленої програми в програмному пакеті Mathematica було проведено варіювання глибини обробітку ґрунту  $h$  від 0,03 м до 0,12 м, кута атаки  $\alpha$  і кута нахилу  $\gamma$  робочого органу дискатора в діапазоні від  $0^\circ$  (0 рад) до  $30^\circ$  ( $\pi/6$  рад) і визначені значення площі контакту  $S$ , отримано рівняння регресії другого порядку для факторів:

$$\begin{aligned} S(h, \alpha, \gamma) = & -0,00185791 + 0,224608 h + 0,572986 h^2 + 0,00433771 \beta + \\ & + 0,108132 h \alpha + 0,0111632 \alpha^2 + 0,00143915 \gamma + 0,0182 h \gamma + \\ & + 0,00197823 \alpha \gamma - 0,000297924 \gamma^2. \end{aligned} \quad (3)$$

Для визначення сили опору ґрунтового середовища при дії на нього дискового робочого органу використано результати досліджень Гуцола О. П. і Ковбаси В. П., а саме, аналітичні залежності компонентів нормальних напружень для пружно-в'язко-пластичного ґрунтового середовища [1], отримано рівняння регресії для трьох проєкцій сили опору у наступному вигляді:

$$\begin{aligned} F_x = & 5627,99 V (-0,00324251 + h^2 + 0,0194825 \alpha^2 + \alpha (0,00757036 + \\ & + 0,00345249 \gamma) + h (0,391995 + 0,188717 \alpha + 0,0317635 \gamma) + \\ & + 0,00251167 \gamma - 0,00051995 \gamma^2) (\cos \alpha + \\ & + \sin \alpha (0,307692 \cos \gamma + 0,307692 \sin \gamma)), \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} F_y = & 1731,69 V (-0,00324251 + h^2 + 0,0194825 \alpha^2 + \alpha (0,00757036 + \\ & + 0,00345249 \gamma) + h (0,391995 + 0,188717 \alpha + 0,0317635 \gamma) + \\ & + 0,00251167 \gamma - 0,00051995 \gamma^2) (\cos \alpha + \\ & + \sin \alpha (3,25 \cos \gamma + \sin \gamma)), \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} F_z = & 1731,69 V (-0,00324251 + h^2 + 0,0194825 \alpha^2 + \alpha (0,00757036 + \\ & + 0,00345249 \gamma) + h (0,391995 + 0,188717 \alpha + 0,0317635 \gamma) + \end{aligned} \quad (6)$$

$$+ 0,00251167 \gamma - 0,00051995 \gamma^2) (\cos \alpha + \sin \alpha (\cos \gamma + 3,25 \sin \gamma)).$$

В результаті аналітичних досліджень руху частинки ґрунту по увігнутій сферичній поверхні робочого органу з урахуванням сили підпору шару ґрунту, що напливає на дисковий робочий орган, відцентровою сили та сили Коріоліса, що виникають в результаті його обертання, розроблено програмний код в програмному пакеті Mathematica, який дозволяє визначити площу та рівняння лінії контакту ґрунтового середовища із поверхнею робочого органу дискатора в залежності від його конструктивних параметрів (радіус сферичної поверхні  $R$ , діаметр диска  $d$ ), кутів атаки  $\alpha$  і нахилу  $\gamma$  та глибини обробітку ґрунту  $h$ .

Враховуючи отримані залежності площі та рівняння лінії контакту ґрунтового середовища із поверхнею робочого органу дискатора та використовуючи аналітичні закономірності Гуцола О. П. і Ковбаси В. П. для компонентів нормальних напружень пружно-в'язко-пластичного ґрунтового середовища, розроблено програмний код в програмному пакеті Mathematica, який дозволяє визначати залежності проекцій сили опору від кутів атаки  $\alpha$  і нахилу  $\gamma$  робочого органу дискатора, швидкості його переміщення  $V$  та глибини обробітку ґрунту  $h$ .

Список використаних джерел

1. Гуцол О. П., Ковбаса В. П. Обґрунтування параметрів і режимів руху ґрунтообробних машин з дисковими робочими органами: монографія. Київ. 2016. 145 с.
2. Козаченко О. В., Сєдих К. В., Волковський О. М. Фізико-математична модель взаємодії диска з ґрунтом. Інженерія природокористування. Харків. ХНТУСГ. №2(16). 2020. С. 69–77.

УДК 631.31

## **ВИЗНАЧЕННЯ СТУПЕНЯ ЗАКРІПЛЕНОСТІ АБРАЗИВНИХ ЧАСТИНОК В ҐРУНТІ**

*Дерев'янка Д. А., Тишко В. О.  
Поліський національний університет*

На даний час при математичному моделюванні процесу зношування робочих органів посівних та ґрунтообробних машин не враховано один з найсуттєвіших показників абразивної маси – ступінь закріплення абразивних частинок. Для оцінки ступеня закріплення абразивної частинки в ґрунті нами запропоновано використовувати інтегральний показник  $\tau$  – опір ґрунту здвигу.

Опір ґрунту здвигу складається з зчеплення, обумовленого молекулярними і капілярними силами і сил внутрішнього тертя [1]. Для реальних ґрунтів опір ґрунту зсуву можна визначити за залежністю:

$$\tau = c + \sigma \times f \quad (1)$$

де  $f$  – коефіцієнт внутрішнього тертя ґрунту;  $\sigma$  – нормальні напруження Па;  $c$  – питоме зчеплення Па.

В польових умовах опір ґрунту здвигу визначали на пристосуванні представленому на рис. 1.

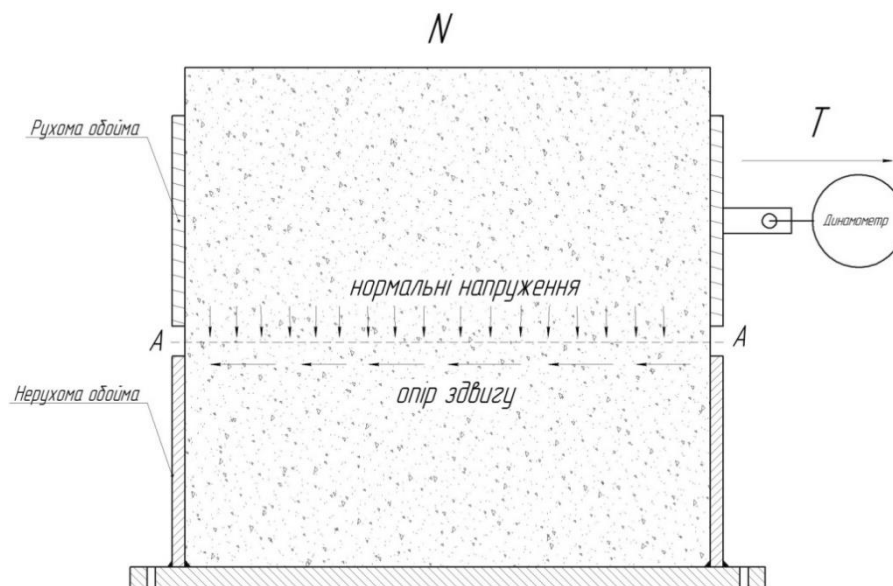


Рис. 1. Схема пристосування для визначення опору ґрунту здвигу:  $T$  – горизонтальна звисаюча сила, Н;  $N$  – вертикальна сила або нормальне навантаження (залежить від ваги ґрунту та додаткових навантажень), Н.

Для проведення дослідження на дослідному полі вирізали зразок ґрунту (довжина 150 мм, ширина 150, а висота залежить від місця визначення опору здвигу ґрунту табл. 1).

Таблиця 1 – Висота дослідних зразків

№	Глибина визначення опору здвигу ґрунту, мм	Висота зразка, мм
1	100	200
2	200	300
3	300	400
4	400	500

Зразок ґрунту розміщали в прилад (рис. 1) з площею поперечного перерізу  $A = 0,0225\text{ м}^2$  і поступово прикладали силу  $T$ . В результаті чого в площині  $A-A$  виникають здвигаючі напруження  $\tau$ . При  $\tau = \tau_{\text{гран}}$  відбувається здвиг ґрунту в площині  $A-A$  ( $\tau_{\text{гран}}$  і називається опору ґрунту здвигу). За результатами дослідження визначаємо:

$$\tau_{\text{гран}} = T/A \quad (2)$$

$T$  – горизонтальна звисяюча сила, при якій почався рух верхнього шару відносно нижнього.

Для врахування впливу кореневої системи різних сільськогосподарських культур на ступінь закріплення абразивних частинок в ґрунті дослідження проводили на полях після збирання сільськогосподарських культур де визначалася різниця між опором ґрунту зрізу з наявністю кореневої системи та без кореневої системи на одній і тій же глибині.

Нормальні напруження визначаються відповідно до залежності:

$$\sigma = \frac{N}{A} \quad (3)$$

Коефіцієнт внутрішнього тертя  $f$  та питоме зчеплення  $c$  визначаємо графічно (рис. 2).

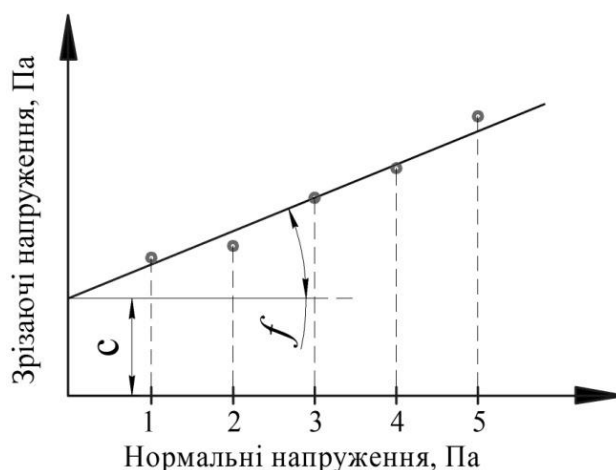


Рис. 2. Графік для визначення коефіцієнта внутрішнього тертя  $f$  та питомого зчеплення  $c$ .

Повторність дослідів для кожного зразка 3 рази, середнє арифметичне ( $\bar{x}$ ) розраховується за формулою:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad (4)$$

Дисперсію кожного ряду досліджень визначаємо за формулою:

$$S^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1} \quad (5)$$

Стандартне відхилення:

$$S = \sqrt{S^2} \quad (6)$$

Коефіцієнт варіювання:

$$V\% = \frac{S \times 100}{\bar{x}} \quad (7)$$

Похибка вибіркової середньої:

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n \times (n-1)}} \quad (8)$$

Значення похибки використовується для граничної оцінки середніх арифметичних за формулою:

$$\bar{x} \pm t \times S \quad (9)$$

t – критерій Стюдента.

Оцінку проводимо на рівні  $P_{0,95}$ . Значення коефіцієнта форми, які не вміщуються в межі, бракуються і не приймають участі в подальших дослідженнях.

Відносна похибка вибіркової середньої:

$$S_{\bar{x}} \% = \frac{S_{\bar{x}} \times 100}{\bar{x}} \quad (10)$$

Залежно від значення відносної похибки роблять висновок про точність досліджу:

$$T = 100\% - S_{\bar{x}} \% \quad (11)$$

Умовно точність вважають високою, якщо значення  $S_{\bar{x}}\%$  не перевищує 3%, середньою – коли воно становить 3-6% і низькою – коли перевищує 7%. Проте у дослідях проведених на ґрунтах значення відносної похибки буває і більше.

Список використаних джерел

1. Борак К. В. Комплексний підхід підвищення довговічності та зносостійкості робочих органів ґрунтообробних машин : дис. ... д-ра. техн. наук : 05.05.11. Поліський національний університет, м. Житомир. 2021. 380 с.

УДК 631.37

## **ВЗАЄМОДІЯ СУЧАСНИХ КОЛІСНИХ РУШІЙ АГРАРНОЇ ТЕХНІКИ В РІЗНИХ УМОВАХ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ**

*Зубко В. М., Чепіжний А. В., Коваленко В. Є.  
Сумський національний аграрний університет*

Станом на сьогодні, колісні рушії є напевно одними з самим розповсюдженим видом рушіїв. Вони застосовуються починаючи від різноманітних енергетичних засобів закінчуючи аграрними машинами, а отже, поділяються за типом ходових систем на активні, пасивні та реактивні. Таке різноманіття техніки в аграрному виробництві потребує доволі великого забезпечення різноманітними типами колісних рушіїв, які мають необхідні характеристики для виконання технологічних операцій.

Збільшення продуктивності, різноманітності техніки для виконання технологічних операцій має потужний вплив на виробників шин. Такий розвиток впливає на збільшення асортименту шин для виконання різноманітних операцій в аграрному виробництві.

Виходячи з цього, кожен тип шин, а отже і колісний рушій загалом має свій коефіцієнт зчеплення  $\mu$  та коефіцієнт опору перекочуванню  $f$ . Дані показники мають доволі великий вплив на техніко-експлуатаційні показники різноманітних засобів. Ці показники також доволі сильно залежать від фону (основи) та стану ґрунту. Дослідженнями було виведено основні (приблизні) значення коефіцієнта зчеплення  $\mu$  та коефіцієнтів опору перекочуванню  $f$  для різних фонів, які наведено в таблиці 1. Слід зазначити, що дані значення коефіцієнтів відомі і наведені у всіх літературних джерелах, що розглядають взаємодію колеса з ґрунтом.

Таблиця 1 – Значення коефіцієнтів зчеплення ведучого апарату з ґрунтом та опору перекочування для різних фонів

Фон	Коефіцієнти		Фон	Коефіцієнти	
	$\mu$	$f$		$\mu$	$f$
Дорога з твердим покриттям	0,90	0,02	Свіжа оранка	0,50	0,2
			Злежана оранка	0,60	0,12
Ґрунтова дорога	0,82	0,04	Поле під посів	0,55	0,16
Суха стерня	0,77	0,07	Вологий луг	0,45	0,22
Волога стерня	0,65	0,1	Болото, сніг	0,30	0,24

Наведені значення в таблиці 1 отримані вченими при дослідженнях колісних рушіїв, які на сьогодні є вже застарілими, а отже не зовсім точно описують взаємодію новітніх колісних рушіїв з ґрунтом.

Також необхідно зазначити і те, що зміна кліматичних умов, фізико-механічних властивостей ґрунтів, різноманітність культур та технологій їх вирощування доволі сильно впливають на характеристику фонів. А отже, відповідно до цього, маємо неефективність застосування даних показників коефіцієнтів у прогнозуванні взаємодії рушія з ґрунтом.

Виходячи з такої ситуації нами запропоновано математичну модель, яка враховує всі основні особливості взаємодії колеса з ґрунтом та дає можливість визначати коефіцієнти зчеплення та опору перекочування. Для опису процесу взаємодії колеса з ґрунтом нами було запропоновані розрахункові схеми, що наведені на рисунку 1.

Основними вихідними даними, що враховує запропонована модель для розрахунку є: параметри фізико-механічних властивостей ґрунту, параметри колісного рушія, параметри аграрної машини та інші показники.

На рисунку 1 показано, яким чином виникає зміна кутів взаємодії колеса з ґрунтом при русі рушія та відповідно переміщення сектору зчеплення.

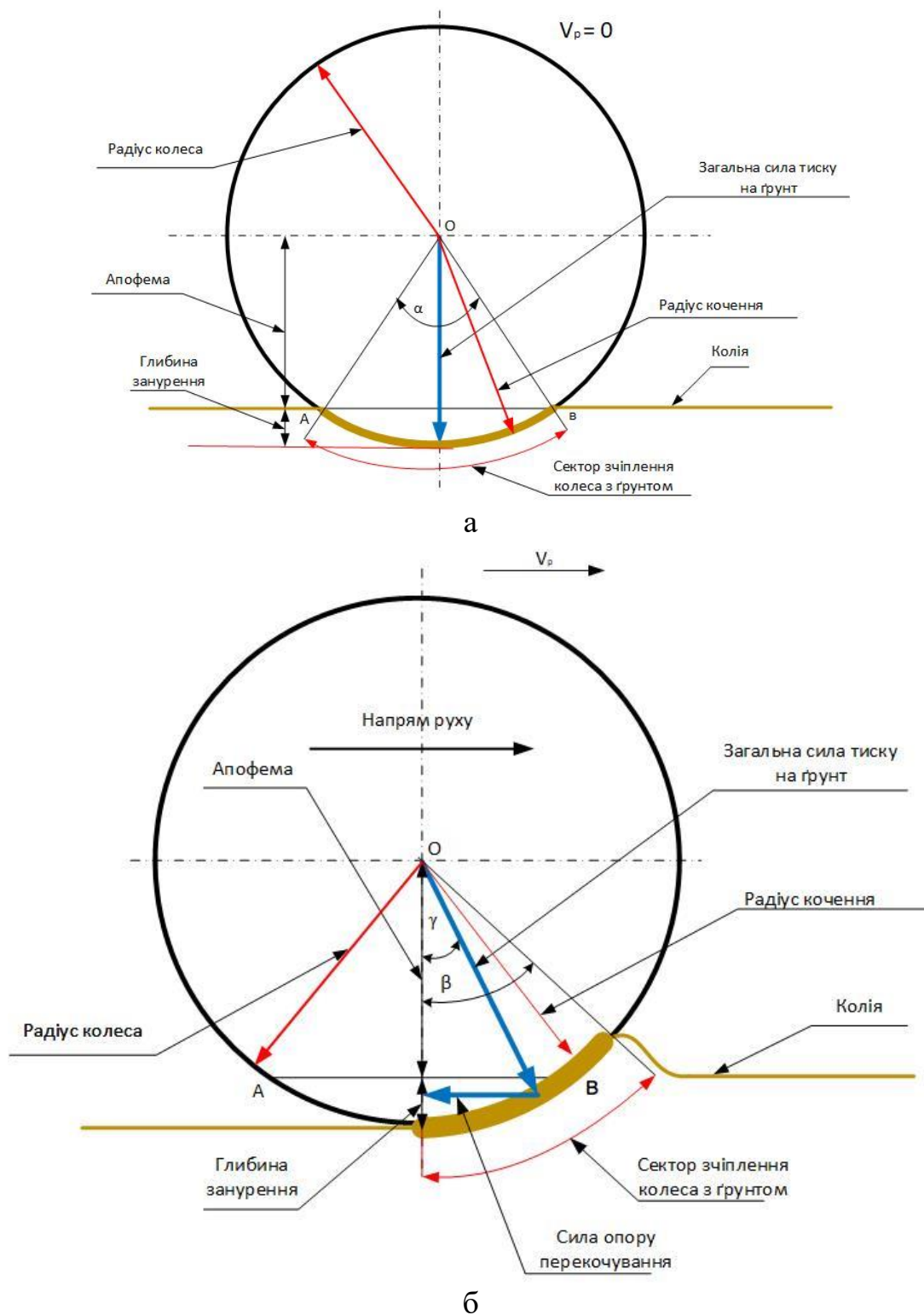


Рис. 1. Схеми взаємодії колеса з ґрунтом: а – при швидкості руху  $V_p = 0$ ; б при швидкості руху  $V_p > 0$ .



Перспективою подальших досліджень є проведення польових експериментів з використанням апарату для дослідження колісних ходових систем різних типів (активних, пасивних та реактивних) на різних ґрунтових фонах включаючи буксування та дослідження юзу.

Список використаних джерел

1. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Підручник / О. М. Царенко, Д. Г. Войтюк, В. М. Швайко та ін.; за ред. С. С. Яцуна. К.: Мета, 2003. – 448 с.
2. Діденко М. К. Експлуатація машинно-тракторного парку. Київ. Вища школа, 1983. 456 с.
3. Вибір параметрів шин сільськогосподарських тракторів: монографія / О. Ю. Ребров. Харків. Видавець: О. А. Мірошниченко, 2021. 304 с.
4. Адамчук В. В. Теоретичне обґрунтування типажу колісних сільськогосподарських тракторів для України. Вісник аграрної науки. 2017. №1. С. 43-47.

УДК.631.31

## **ЗБЕРЕЖЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ РУЙНУВАННЯМ УЩІЛЬНЕНОГО ШАРУ І ВИКОНАННЯМ АГРОТЕХНОЛОГІЙ**

*Артьомов М. П.*

*Державний біотехнологічний університет*

Постановка проблеми. Проблема переущільнення ґрунту поступово загострюється й набуває велетенських масштабів. Незалежно від типу ґрунтів – чорноземи це чи суглинки – недосконалі агротехнології стають причиною переущільнення. Джерелами переущільнення ґрунту є ходові системи важких машинно-тракторних та транспортних агрегатів, що формують загальноущільнюючий вплив на ґрунт. Для усунення ущільнення ґрунту в зоні розвитку кореневих систем сільськогосподарських культур, необхідне формування раціональної структури технологічних процесів його основного, передпосадкового та післяпосадкового обробітку [1].

Аналіз останніх досліджень. Як базовий варіант розущільнення ґрунту в даний час використовують технологічний прийом обробітку ґрунту на глибину до 40 см. безвідвальними чизельними знаряддями, оснащеними вузькими розпушувальними робочими органами. Такі робочі органи мають незначну площу опори на дні оброблюваного шару, а суцільне розпушування ґрунту забезпечується за рахунок бічних та фронтальних зон деформації, які поширюються під час руху знаряддя в ґрунті та

перетинаються на деякій глибині (25–30 см) з зонами деформації від суміжних проходів [2].

Такий обробіток ґрунту забезпечує руйнування ущільненого шару, але потребує значних витрат енергії, виконується з малою продуктивністю та при цьому не призводить до поліпшення внутрішньої структури ґрунту.

Граничне напруження легко визначається експериментально тільки для деформацій розтягування та стиснення

Мета досліджень. Отже, для визначення напруження в ґрунті, що виникають внаслідок впливу клина, можливо розглянути гіпотезу про те, що процес відокремлення від основної пружної зв'язної маси підрізаного пласта ґрунту (кришення), відбувається шляхом його вигину.

Результати досліджень. Руйнування агрономічно цінної структури ґрунту виникає зараз повсюдно в результаті тривалого обробітку ґрунтів без поповнення органічної речовини за рахунок гною, сидератів, подрібнення соломи і т.п.

З метою гарантованого руйнування «плужної підшви» та розуцільнення ґрунтів необхідно регулярно (раз на 3 - 4 роки) виконувати розпушування ґрунту чизельними плугами на глибину 45 - 55 см залежно від глибини розташування переущільненого шару(рис.1). Для розуцільнення ґрунтів на розворотних смугах, а також ділянок поля, де знаходились технологічні колії необхідно проводити щорічне розпушування на глибину до 70 см. Щільність мінеральних ґрунтів змінюється від 0,9 до 1,8 г/см<sup>3</sup>, а у торф'яно-болотних – від 0,15 до 0,40 г/см<sup>3</sup> [3].

Повернути ґрунт у попередній його, добре агрегований стан можливо лише завдяки глибокому розпушуванню та активізації роботи ґрунтової біоти.

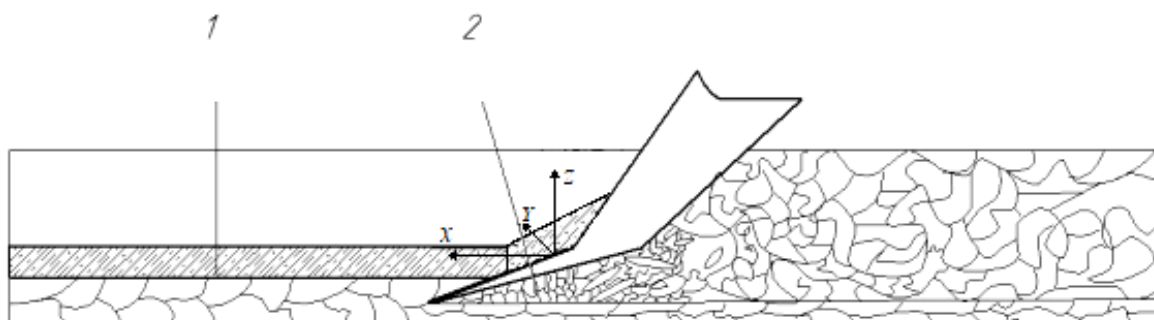


Рис. 1. Руйнування ущільненого шару (підшви): 1 – ущільнений ґрунт; 2 – зруйнований ущільнений шар.

Для опису фізичної сутності явища руху робочого органу глибокорозпушувача, скористаємося гіпотезою про відокремлення клином пласта ґрунту, що підрізається, шляхом його вигину. При цьому ґрунт

будемо розглядати як однорідне середовище з рівномірними властивостями у всьому його обсязі, що піддається впливу клину, але різними механічними характеристиками при стиску та розтягуванні.

При використанні тієї чи іншої теорії міцності необхідно знати значення граничних напружень які виникають у матеріалі деформації.

Пласт, що відокремлюється клином, розглядаємо як балку відповідного поперечного перерізу. При згині балки в ній виникають нормальні і дотичні напруження. Значення гранично допустимих напружень визначаються вихідними властивостями оброблюваного ґрунту. При менших зусиллях вигину нормальні та дотичні напруження, що виникають у балці при вигині, залежать від співвідношення між довжиною і товщиною балки. Зі збільшенням такого співвідношення значення дотичних напружень знижуються, а нормальних напружень зростають.

Вважатимемо, що діючий на ґрунтовий пласт клин викликає у ньому тільки згинальний момент, а поперечні і нормальні сили малі настільки, що їх можна не враховувати, тобто має місце «чистий» вигин. При «чистому» згині бруса, відповідно до гіпотези плоских перерізів, його внутрішні шари згинаються по колу. Одні шари бруса подовжуються, інші - коротшають, не взаємодіючи між собою, тобто в поперечному перерізі бруса виникають тільки нормальні напруження, а дотичними напруженнями нехтуємо. Це в брусі існує «нейтральна лінія», яка для матеріалів з властивостями, що задовольняють закону Гука і з однаковими модулями пружності на розтяг і стиск, проходить через центр його маси.

У ґрунті модулі пружності на розтягування та стиск мають різні значення, напруження зростають повільніше деформацій, а зростання деформацій при розтягуванні суттєво перевищують деформації стискання [4]. Зовнішній поточний момент, що діє на брус (рис.1) визначається за формулою:

$$M_{\chi} = -\gamma(\zeta)(\chi - \zeta) + \alpha(\zeta)\omega(\zeta)(\chi - \zeta), \quad (1)$$

де  $\gamma(\zeta)$  – сила тяжіння одиниці довжини шару ґрунту по довжині клину у  $\zeta$  точці;

$(\chi - \zeta)$  – плече дії;

$\alpha(\zeta)$  – сила зчеплення відокремлюваного пласта в точці  $\zeta$ ;

$\omega(\zeta)$  – величина деформації ґрунту в точці  $\zeta$ .

Для визначення внутрішнього моменту в розрізі пласта ґрунту скористаємось рівнянням:

$$M_{\chi}^{\text{вн}} = \int \Theta_p \cdot Y \cdot dF_p + \int \Theta_{\text{ст}} \cdot Y \cdot dF_{\text{ст}} \quad (2)$$

де  $\Theta_p$  – напруження при розтягінні;

$\Theta_{\text{ст}}$  – напруження при стисканні;

$Y$  – координата від «нейтрального» шару до поперечного перерізу;

$F$  – площа поперечного перерізу з урахуванням того, що

$$\Theta_p = \frac{Y}{\rho} E_p;$$

$$\Theta_{ст} = \frac{Y}{\rho} E_{ст};$$

де  $E_p$  і  $E_{ст}$  – модуль Юнга відповідно для розтягнення та стискання ґрунтового бруса;

$\rho$  – радіус кривизни нейтрального шару.

Висновки. Вибір моделі чизельного плуга повинен проводитися з урахуванням фізико-механічного складу ґрунтів та засміченості поля. Хорошому вирівнюванню поверхні поля сприяє оснащення таких плугів котками різного типу, встановленими позаду розпушувальних лап

Список використаних джерел

1. Артёмов М. П. Вплив зміни вертикальних прискорень машинно-тракторних агрегатів на ущільнення ґрунту при виконанні агротехнічних операцій. Інженерія природокористування. 2017. №2(8). С. 90–95.

2. Надикто В. Умови доцільності застосування подвоєння (потроєння) шин колісних енергетичних засобів. Техніка і технології АПК. 2012. № 05(32). С. 34–38.

УДК 631.312.021

## АНАЛІЗ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В ІНТЕНСИВНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

*Теслюк В. В.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*Пугач О. М., Яцевський Р. М.*

*Таращанський технічний та економіко-правовий фаховий коледж*

Постановка проблеми. Основний обробіток ґрунту лемішними плугами загального призначення є важливою технологічною ланкою в загальній системі обробки ґрунту і обробітку сільськогосподарських культур. Від якості виконання технологічного процесу основної обробки ґрунту багато в чому залежать фізико-біологічні і хімічні процеси, що протікають в орному і підорному горизонтах, кількість подальших проходів знарядь по полю, якість розміщення насіння в ґрунті і т.д., що зрештою позначається на врожайності оброблюваних культур.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Головним завданням основного обробітку ґрунту є підрізання і загортання підземних й надземних органів рослин, добрив, насіння бур'янів, збудників хвороб і шкідників культурних рослин, розпушування та часткове перемішування ґрунту

робочими органами відвальних і дискових плугів [1]. Від якості виконання технологічного процесу основної обробки ґрунту багато в чому залежать фізико-біологічні і хімічні процеси, що протікають в орному і підорному горизонтах, кількість подальших проходів знарядь по полю, якість розміщення насіння в ґрунті і т. д, що зрештою позначається на врожайності оброблюваних культур. Одним із способів підвищення якості оранки є використання спеціальних комбінованих робочих органів, поєднуючих пасивний корпус з додатковим активним, спускаючим органом. Проте, такі робочі органи споживають значну потужність на виконання технологічного процесу через вал відбору потужності і мають погану якість обороту пласта.

Мета дослідження: Підвищення ефективності основного обробітку ґрунту шляхом використання спеціальних комбінованих робочих органів, поєднуючих пасивний корпус з додатковим активним, спускаючим органом.

Виклад основного матеріалу. Сучасний рівень розвитку сільськогосподарського виробництва вимагає створення простіших і ефективніших робочих органів для забезпечення заданого рівня показників якості виконання технологічного процесу обробки ґрунту з урахуванням його властивостей, що змінюються, і біологічної особливості оброблюваних культур. Вирішення даної проблеми вимагає детального вивчення процесу дії робочих органів на ґрунт, розкриття внутрішніх процесів деформації, переміщення ґрунтових елементів і дослідження впливу конструктивних параметрів на якість обробки. У зв'язку з цим тема роботи, направлена на вирішення цих завдань, є актуальною і має народногосподарське значення.

Висновок. За результатами теоретичних і експериментальних досліджень технології запропоновано і обґрунтовано конструкцію робочого органу лемішного плуга, що дозволяє підвищити якість основного обробітку ґрунту, у вигляді додаткового регульованого подрібнювача у верхній частині полиці, встановлюваний за межами вирізованого пласта ґрунту: відстань від польового обріза до подрібнювача рівна ширині захвату корпусу ( $L_n = b$ ), висота установки – середній глибині обробки ( $H_n = a_{cp}$ ), а його довжина  $l_n = 170 \dots 200$  мм. Отримана аналітична залежність для визначення меж регулювання положення подрібнювача, згідно якої регулювання кута його установки для всіх типів ґрунтів повино проводитися в межах  $3 \dots 27^\circ$  щодо дна борозни.

Список використаних джерел

1. Дубровін В. О., Гуков Я. С., Єсепчук М. І. Напрямки розвитку механізації рослинництва. Вісник аграрної науки. 2010. №1. С. 58–62.

УДК 624.131.3

## СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ЗМЕНШЕННЯ УЩІЛЬНЕННЯ ГРУНТУ

*Мартишко В. М., Ноуренко В. А.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Мета роботи. Зменшенні ущільнюючої дії на ґрунт ходовими системами сільськогосподарської техніки для запобігання деградації родючості ґрунту.

Результати роботи. Проблема деградації ґрунтів – головна проблема в аграрному виробництві всього світу. Із зростанням інтенсифікація сільського господарства, зросла кількість різних сільгоспмашин, а також збільшилася їхня вага.

Сліди після проходження сільськогосподарських машин за традиційної технології перекривають від 80 до 100% посівних площ. При цьому середня вага трактора становить не менше 10–20 т, зернозбиральний комбайн важить близько 30 т, а самохідний бурякозбиральний і того більше – 50–60 т. Дослідження показують: якщо ґрунт переущільнений, він не може вбирати воду. В такому спресованому стані утворюється непроникний шар, який перешкоджає проникненню вологи в ґрунті.

У разі переущільнення значна частина води стікає з поверхні поля, а частина, що залишилася, швидко випаровується. Через ущільнений шар коріння рослин не зможе брати вологу з глибших шарів ґрунту. Оптимальний з погляду агрономії склад ґрунту – 50-45 % твердих речовин, близько 5 % гумусу, 25 % повітря і 25 % води. І якщо таке співвідношення підтримувати протягом року, то цілком можливо наблизитися до потенційно можливої родючості ґрунту та продуктивності культур.

Перший крок до зниження гостроти проблеми є зменшення тиску в шинах якими оснащується сільськогосподарська техніка. Фахівці під час польових робіт рекомендують орієнтуватися на середній рівень тиску шин у районі 0,9 бар, що призводить до збільшення площі контакту і покращує тягово-зчіпні характеристики машини. Умови роботи з таким тиском забезпечують безкамерні шини, низького і наднизького тиску. Вони, як правило, мають більший розмір і м'яку, але і міцну боковину.

Шини радіальної конструкції мають важливу перевагу: вони забезпечують більш плоску пляму контакту, що зменшує вплив на ґрунт.

Таким чином, для зниження тиску на ґрунт і підвищення врожайності необхідно обирати сучасні спеціалізовані шини та регулювати тиск залежно від умов експлуатації.

Другий крок – здвоєні колеса. Суттєвий спосіб знизити тиск колісної техніки на ґрунт – встановлення здвоєних або навіть зтроєних коліс.

Застосування таких колісних систем дає змогу зменшити питомий тиск на ґрунт на 20-50 % і підвищити прохідність агрегатів та їхнє тягове зусилля.

Мінусами здвоєних коліс є помітне збільшення габаритів, радіусу повороту і підвищене зношування гуми. Фахівці пропонують на машинах, що мають однаковий діаметр задніх і передніх коліс, наприклад у тракторах класичного компонування, краще використовувати широкі шини низького тиску без здвоювання коліс.

Другий крок – гусениці. Рушії у вигляді гусениць найменше ущільнюють ґрунт. Різниця в площі контакту між колісними та гусеничними системами становить від 50 до 150 %.

Так, згідно з дослідженнями провідних компаній, звичайні одиночні шини мають площу контакту близько 1,2 м<sup>2</sup>, здвоєні шини – близько 2,5 м<sup>2</sup>, тоді як площа контакту середніх гусениць становить приблизно 3,2 м<sup>2</sup>. Відповідно до порівнянної потужності, гусеничні машини створюють питомий тиск на ґрунт у майже 3 рази менше, ніж їхні колісні аналоги.

Ще однією перевагою гусениці є зменшення пробуксовок. Під час руху з пробуксовкою відбувається здавлювання та зсув верхнього шару ґрунту і утворенням гладкої поверхні, яка ущільнюється під час висихання і утворює ущільнену поверхню. Завдяки великій площі контакту, пробуксовка гусеничного трактора не перевищує 2%, тоді як у колісного може досягати 15%. Практика показує, що за інших рівних умов (дотримання технології, одних і тих самих обробок, умов збирання) переведення техніки на гусениці дає змогу отримати надбавку врожайності 4%.

Третій крок – гусениці з двох на чотири. Один із недавніх трендів серед гусеничних тракторів с.г. призначення – перехід на дельта траки - трикутні гусениці, які розташовуються аналогічно колесам по парі з кожного боку трактора.

Законодавцем мод у цьому питанні стала компанія Case IH з моделлю Quadtrac з шарнірно-зчленованою рамою. Подібна конструкція, на думку експертів, краще копіює рельєф, забезпечує стовідсотковий контакт усіх чотирьох гусениць із ґрунтом навіть за нерівних полів і запобігає нагортанню ґрунту гусеницями під час розворотів. Ба більше, за словами фахівців Case IH, зі збільшенням плями контакту відпадає потреба в баластних вантажах, оскільки маса машини однаково рівномірно розосереджується між чотирма гусеницями. Це дає змогу збільшити тягове зусилля і не возити баластний вантаж. До плюсів гусеничних тракторів можна віднести компактність за шириною (не виходять за дозволені транспортні габарити) і маючи велику площу контакту з ґрунтом. Також слід враховувати, що самі гусениці дорожчі за колеса, але вони компенсують різницю у витратах економією палива.

Висновок. В залежності від ґрунто-кліматичних умов, фінансової можливості господарств, для зменшення ущільнення ґрунту і збереження родючості ґрунту актуальними є всі три основні кроки.

## Секція

# Механіко-технологічні процеси, робочі органи та машини для рослинництва

УДК 631.31

### АНАЛІЗ СПОСОБІВ МІЖРЯДНОГО ОБРОБІТКУ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР

*Грушецький С. М., Рудь А. В.*

*Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»*

*Овчарук О. В.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Постановка проблеми. Головним напрямком інтенсифікації сільськогосподарського виробництва є кардинальне прискорення науково-технічного прогресу, впровадження нових технологій, більш досконалих засобів механізації, що забезпечують високу якість виконуваних робіт при мінімальних затратах праці і засобів і необхідної продуктивності.

Способи вирішення даного завдання можуть бути різні, і один з них – використання гербіцидів. Однак їх застосування поки не вирішило повністю проблему боротьби з бур'янами, оскільки ефективність цих хімічних засобів залежить від багатьох некерованих факторів. Крім того, при використанні гербіцидів нерідко відзначаються негативні наслідки – забруднення навколишнього середовища та погіршення здоров'я людей. Одним з факторів, що стримують застосування хімічних засобів для боротьби з бур'янами є висока вартість цих засобів, що в підсумку знижує ефективність виробництва продукції рослинництва.

Підвищення якості міжрядного обробітку просапних культур можна забезпечити шляхом вдосконалення призначених для цієї мети робочих органів і технологічних режимів їх роботи. При цьому поліпшуються експлуатаційні та якісні показники роботи машин, а також підвищується врожайність вирощуваних культур.

Виклад основного матеріалу. Виділяють дев'ять способів боротьби з бур'янами [1]: провокація проростання їх насіння (створення сприятливих умов для дружніх сходів); механічне знищення (підрізання бур'янів робочими органами); виснаження (регулярне підрізання вегетативних органів бур'янів); удушення (подрібнення підземних органів бур'янів для погіршення їх живлення); присипання ґрунтом; висушування (вплив сонячних променів на попередньо подрібнені корені бур'янів);



виморожування (витягнення на поверхню пізно восени підґрунтових органів багаторічних бур'янів); придушення або знищення хімічними засобами – гербіцидами; придушення або знищення біологічними засобами (використання рослин, комах, що пригнічують або знищують бур'яни, а також патогенних для них грибів або бактерій); спалювання бур'янів та їх насіння.

З перерахованих дев'яти способів тільки три доводиться на різні види механічної боротьби: підрізання, подрібнення, витягнення.

На основі аналізу способів і засобів механізації боротьби з бур'янами можна сформулювати основні фактори, що вирішально впливають на досягнення мети:

- 1) технологія знищення бур'янів;
- 2) робочий орган, який використовує той чи інший спосіб впливу на бур'яни (або комбінацію способів).

Боротьбу з бур'янами при вирощуванні просапних культур проводять в даний час, найчастіше, механічним знищенням, задушенням і придушенням під час міжрядного обробітку, а також хімічними засобами.

Тому в даний час переважно використовують екологічно безпечні механічні способи боротьби з бур'янами, здійснення яких покращує водний і повітряний режими живлення рослин, створює умови для утворення додаткової кореневої системи, що призводить до збільшення врожайності.

При першому міжрядному обробітку більшості просапних культур на секціях культиваторів, як правило, встановлюють стрілочасті універсальні лапи і односторонні плоскоріжучі лапи-бритви (рис. 1).

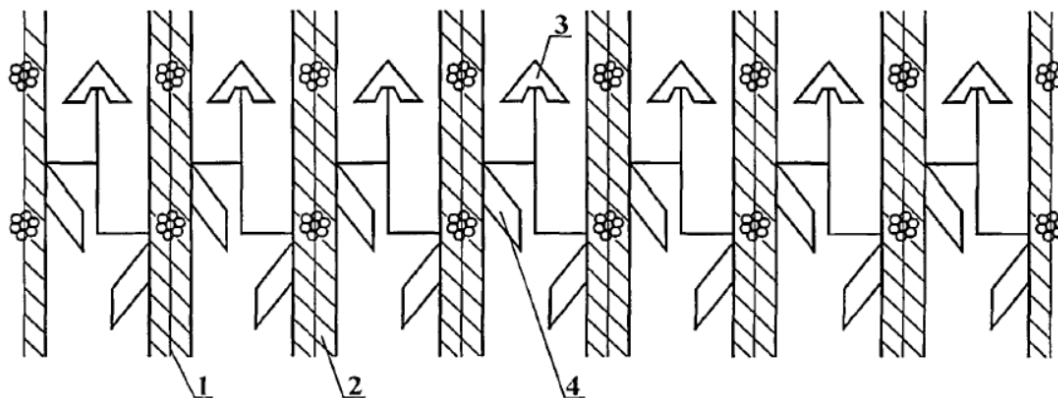


Рис. 1. Розміщення робочих органів при першому міжрядному обробітку просапних культур: 1 – рядок рослин; 2 – захисна зона; 3 – універсальна стрілочаста лапа; 4 – плоскоріжуча лапа-бритва.

При такій схемі розміщення робочих органів міжряддя обробляють до захисних зон, і 25...40% площі міжрядь залишаються необробленими. На них швидко розвиваються бур'яни, утворюється ґрунтова кірка, що сприяє інтенсивному випаровуванню вологи. Крім того, при роботі плоскоріжучих лап в міжряддях залишаються пластинки ґрунту з проростками бур'янів, які

після поливу зміцнюються [2]. При цьому культурні рослини пригнічуються, що веде до зниження врожаю.

Бажання зменшити розміри захисної зони викликало необхідність розробки додаткових робочих органів, які встановлюють на секціях культиваторів разом з основними рисунки 2 і 3.

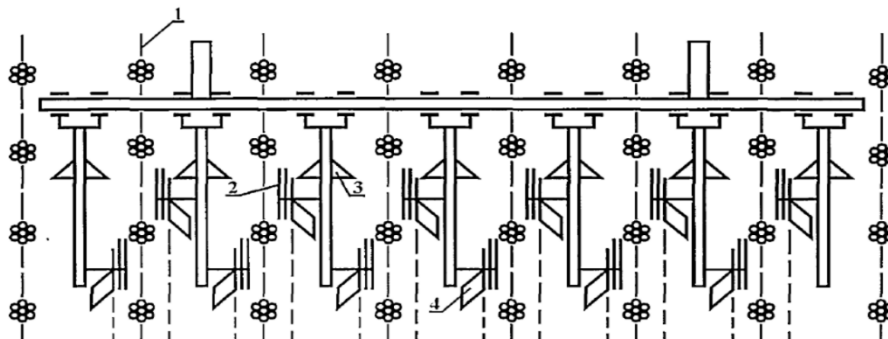


Рис. 2. Розстановка робочих органів культиватора КРН-4,2 при використанні спарених голчастих дисків: 1 – рядок рослин; 2 – захисна зона; 3 – універсальна стрілчаста лапа; 4 – плоскоріжуча лапа-бритва; 5 – прополювальна борінка

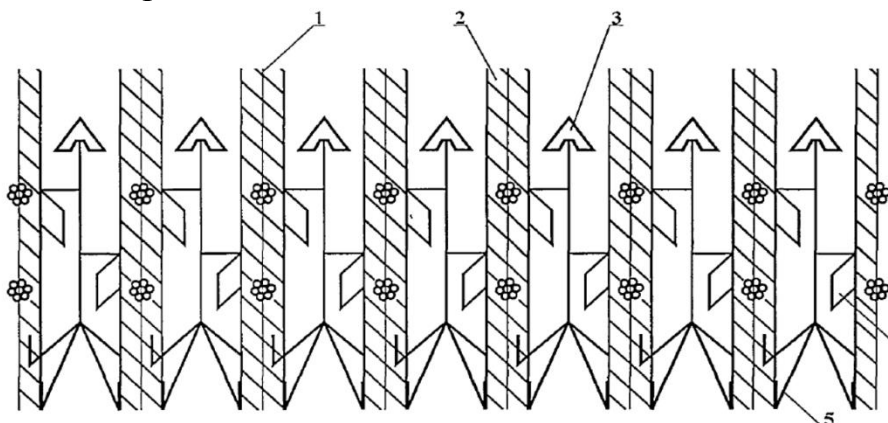


Рис. 3. Розстановка робочих органів на секції культиватора при одночасному обробі захисних зон: 1 – рядок рослин; 2 – захисна зона; 3 – універсальна стрілчаста лапа; 4 – плоскорізальна лапа-бритва; 5 – прополювальна борінка.

У розглянутих випадках одна секція культиватора включає в себе від 4 до 7 робочих органів, тобто, крім стрілчастої лапи і двох лап-бритв на неї встановлюють по два спарених голчастих диска (рис. 2) або ж одну прополювальну борінку (рис. 3). Всі робочі органи встановлюють на відстані 25...30 мм від осі рядка і на глибину не більше 15...20 мм для того, щоб не зачіпати культурні рослини і не пошкоджувати їх коріння. На практиці таку схему розстановки робочих органів застосовують дуже рідко, оскільки для здійснення цього способу міжрядного обробітку необхідні суворі прямолінійність посіву (посадки) і висока кваліфікація механізатора. В іншому випадку можна пошкодити або знищити культурні рослини. Крім

того, агрегат, складений за такою схемою, має великий тяговий опір, гіршу маневреність, а, отже, меншу продуктивність.

При наступних обробках міжрядь просапних культур, як правило, застосовують долотоподібні лапи або підживлювальні ножі (рис. 4).

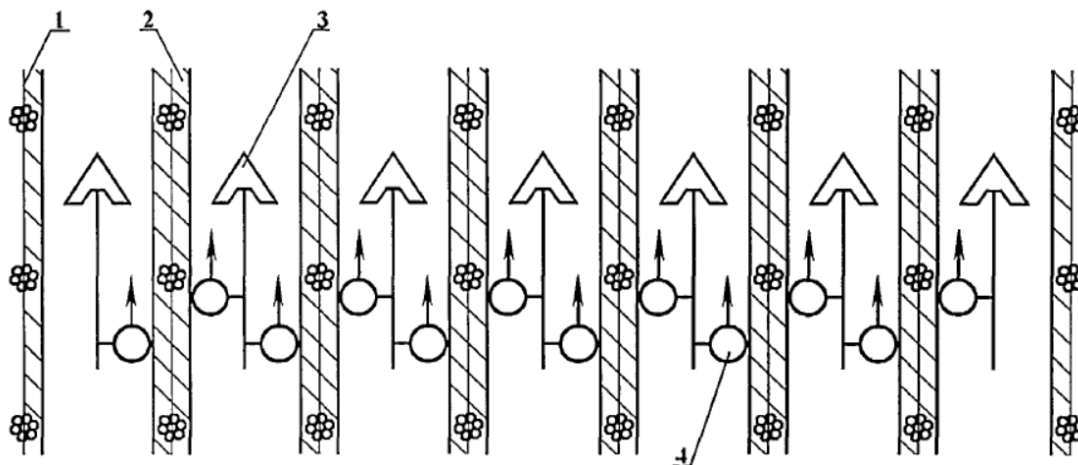


Рис. 4. Розстановка робочих органів на секції культиваторів типу КРН, КОР при наступних міжрядніх обробках просапних культур: 1 – рядок рослин; 2 – захисна зона; 3 – універсальна стрілчаста лапа; 4 – ніж підживлювальний.

При такій схемі розстановки робочих органів міжряддя обробляють до захисних зон. Оскільки ширина захисної зони культурних рослин становить 0,15 м і більше, то і в цьому випадку 35...40% площі міжрядь не обробляються.

Висновки. При обробці важких, ущільнених і перезволожених ґрунтів зазвичай використовують активні робочі органи фрезерних культиваторів, що дозволяє поліпшити агрофізичні властивості ґрунту, створити оптимальні умови для росту і розвитку рослин а, отже, підвищити врожайності. Але машини з активними робочими органами також обробляють міжряддя тільки до захисних зон. Отже, і в цьому випадку для обробки захисних зон і боротьби зі зростаючими в них бур'янами також необхідний додатковий комплект робочих органів.

#### Список використаних джерел

1. Іванишин В. В., Рудь А. В., Грушецький С. М. Технічне обслуговування машин і обладнання : підручник. Кам'янець-Подільський : ЗВО «ПДУ» : ТОВ «Друкарня «Рута», 2023. 360 с.

2. Рудь А. В. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: підруч. Київ. Агроосвіта, 2012. 584 с.

3. Hrushetskyi S., Yaropud V., Kupchuk I., Semenyshena R. The heap parts movement on the share-board surface of the potato. Harvesting machine bulletin of the Transilvania university of Braşov series II : forestry wood Industry agricultural food engineering. Transilvania, 2021. S. 127-140. Vol. 14(63) №. 1.

УДК 631.365.22

## **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВАКУУМНОГО СУШІННЯ НАСІННЯ КУКУРУДЗИ В КАЧАНАХ**

*Швидя В. О., Степаненко С. П.*

*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва  
Національної академії аграрних наук України*

Постановка проблеми. Одним із основних пунктів експорту зернових в Україні залишається кукурудза. Для підтримання високого врожаю кукурудзи необхідне високоякісне насіння. Післязбиральна обробка, зокрема сушіння, значно впливає на одержання якісного насіння кукурудзи. Згідно існуючих технологій сушіння насіння кукурудзи проводять в качанах, застосовуючи конвективне сушіння [1]. Дана технологія сушіння може призвести до термічних травм насіння, або інших видів пошкодження через тривале сушіння. Тому пошук нових технологій сушіння, які значно зменшують ймовірність виникнення травм насіння при сушінні являється важливою науково-технічною задачею.

Аналіз останніх даних. Насіння кукурудзи в качанах сушать у камерних сушарках, в засіках, на майданчиках, під навісами, активним вентиляванням, в сапетках [1]. Сушіння качанів кукурудзи під навісом, на майданчиках та в сапетках дуже тривале, що при високій вхідній вологості качанів та вологій погоді призводить до ушкодження насіння пліснявою та іншою патогенною мікрофлорою. Через значну товщину шару качанів кукурудзи, які сушаться, та використання гарячого повітря в якості сушильного агенту [2] відбувається перегрівання та недосушування окремих шарів, що призводить до зниження посівних властивостей насіння кукурудзи після сушіння [2]. Перспективним способом зниження негативної дії температури на насіння кукурудзи є використання вакууму всередині сушильної камери [3]. Проте, науковим дослідженням з вакуумного сушіння насіння кукурудзи в качанах приділено мало уваги. Через складність та нелінійність процесу вакуумного сушіння насіння кукурудзи необхідні експериментальні дослідження.

Мета досліджень. Провести експериментальні дослідження впливу параметрів вакуумної сушильної камери на посівні якості насіння кукурудзи при сушінні в качанах.

Для проведення експериментальних досліджень нами була розроблена установка, в сушильну камеру якої встановлюється спеціальне пристосування, яке складається з 13 труб, з'єднаних по краях щоками, загальний вигляд якого показаний на рисунку 1б.



а



б

Рис. 1. Загальний вигляд експериментальної вакуумної барабанної сушарки(а) та спеціального пристосування для сушіння насіння кукурудзи в качанах (б).

Сушіння насіння кукурудзи в качанах проводили при атмосферному тиску всередині вакуумної сушильної камери та тиску 80 кПа, що є раціональним для використання при сушінні насіння кукурудзи в качанах, так як при менших значеннях тиску повітря всередині сушильної камери можливе виникнення тріщин на поверхні насінин [4]. При експериментальних дослідженнях змінювали температуру нагріву насіння кукурудзи з 25 °С до 34 °С з кроком 3 °С. Температуру нагріву насіння кукурудзи вимірювали датчиком ds18b20, який розташовувався всередині однієї з труб спеціального пристосування для сушіння насіння кукурудзи в качанах.

Зразки качанів кукурудзи піддавали аналізу на лабораторну схожість до сушіння та після згідно ДСТУ 4138–2002 [5]. Вихідною функцією в експериментальних дослідженнях виступала різниця лабораторної схожості до сушіння та після сушіння.

В результаті одержано рівняння регресії зміни лабораторної схожості насіння кукурудзи для атмосферного тиску  $K1_{\text{схож}}$  та тиску 80 кПа  $K2_{\text{схож}}$  від температури його нагріву  $\theta$  у вигляді полінома:

$$K1_{\text{схож}}(\theta) = 0,0175 \cdot \theta^2 - 0,86 \cdot \theta + 10,71, \quad (1)$$

$$K2_{\text{схож}}(\theta) = 8 \cdot 10^{-4} \cdot \theta^3 - 0,058 \cdot \theta^2 + 1,397 \cdot \theta - 11,47. \quad (2)$$

Також на основі рівнянь регресії побудовані графічні залежності, що ілюструють процес сушіння.

Рисунок 2 показує, що при однаковій температурі нагріву насіння кукурудзи зміна лабораторної схожості менша при вакуумному сушінні,

тому що тепла більше використовується на випаровування вологи, ніж на нагрів. Тому вакуумне сушіння безпечніше.

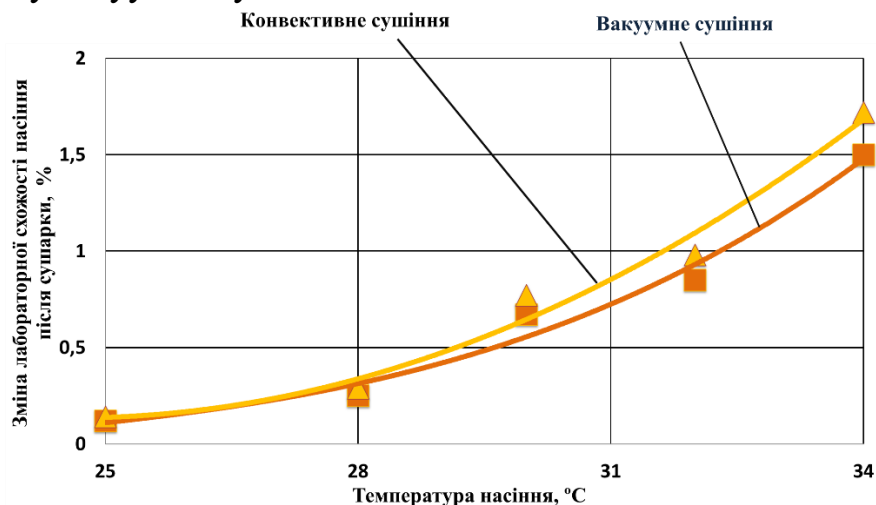


Рис. 2. Зміна лабораторної схожості насіння кукурудзи після вакуумного та конвективного сушіння від температури його нагріву.

**Висновок.** Вакуумне сушіння зменшує вплив на сушіння насіння кукурудзи на 10-12 % у порівнянні з конвективним сушінням і тому може бути використане для у технологіях щадного сушіння сільськогосподарських матеріалів.

#### Список використаних джерел

1. Особливості сушіння зерна окремих культур. – Режим доступу: <https://buklib.net/books/23048/> (дата звернення 18.01.2023 р.).

2. М.Я. Кирпа, М.О. Стюрко, Л.М. Бондарь, Ю.С. Базілева. Термостійкість насіння гібридів кукурудзи та особливості їх післязбиральної обробки. Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. сільськогосподарська екологія. рослинництво. землеробство. селекція. Дніпропетровськ. 2015. № 3 (37). С. 58-63.

3. В. О. Швидя. Теоретичне обґрунтування використання контактного нагріву для сушіння насіння у вакуумі. Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний збірник. Глеваха. 2019. Вип. № 10 (109). С. 67-74.

4. В. В. Адамчук, В. О. Швидя Вплив режимів процесу вакуумного сушіння на появу тріщин у насінні. Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний збірник. Глеваха. 2020. Вип. № 11 (110). С. 83-91.

5. Насіння сільськогосподарських культур. Метод визначання якості: ДСТУ 4138–2002. Київ, 2003. 173 с.



УДК 631.33.024.2

## АГРОТЕХНІЧНИЙ АНАЛІЗ СОШНИКІВ ЗЕРНОВИХ СІВАЛОК

*Мартишко В. М. Ноуренко В. А.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

**Мета роботи.** Провести аналіз сівалок із різним типом сошників: дводисковим, однодисковим, анкерним, стрілчаста лапа. З'ясувати переваги та слабкі сторони різних моделей.

**Результати роботи.** Сошник – основний робочий орган будь-якої сівалки. Він покликаний вирішувати такі агротехнічні завдання:

- витримувати задану глибину загортання насіння в ґрунт;
- створювати умови для рівномірного розподілу насіння в рядку;
- створювати умови для дотримання заданої норми висіву насіння;
- мати широку амплітуду допусків до роботи на ґрунтах, на різних за механічним складом і вологістю, за різного обробітку, на різних швидкостях.

У роботі проведено аналіз деяких типів зернових сівалок із різною конструкцією сошників: – сівалки з дводисковими сошниками (класу СЗ - 3,6; СЗ - 5,4 тощо); – сівалки з однодисковими сошниками (класу СЗ - 3,6; СЗ - 5,4 тощо); однодискові сошники (класу СЗ - 5,4 тощо). ); – сівалки з однодисковими сошниками (класу Chervona zirka Orion 9,6; D2PRFS 17 та ін.); – сівалки з сошниками у формі стрілчастої лапи (класу Партнер7,5; СКП-2,1Б та ін.); – сівалки з анкерними сошниками (класу Amazone Primera DMC, Versatile та ін.).



Рис. 1. Дискові сошники: а – однодисковий; б – дводисковий.

Дводискові сошники індивідуально копіюють поверхню поля, мають відносно невеликий опір, тому що котяться по полю, добре працюють на грудкуватому ґрунті, менш схильні до залипання та забивання рослинними рештками, але під час збільшення швидкості руху, за рахунок посилення

тиску ґрунту на диски, вони здатні самовиглиблюватися. Це призводить до недотримання заданої глибини загортання насіння, що негативно може позначатися на польову схожість і перезимівлю озимих хлібів. За швидкості понад 12 км/год спостерігається частковий викид насіння на поверхню поля. Норма робочої швидкості сівалки з такими сошниками не велика (до 7 км/год).

Сівалки з однодисковими сошниками мають усі переваги дводискових. За примусової подачі насіння такі сівалки працюють на високих швидкостях (понад 12 км/год), але вони розраховані на добре оброблений ґрунт перед висіванням (пухкий, оструктурений). На грудкуватих, кам'янистих, щербенистих, неоднорідно оброблених, важких ґрунтах такі сошники частіше за інших виходять з ладу, тому що механічні навантаження і перевантаження йдуть на один диск, на одну вісь і один підшипник.

Сошники у формі стрілчастої лапи, як і анкерні, покликані одночасно розпушувати ґрунт і сіяти. Сівалки з такими сошниками - плід нульових і мінімальних обробіток ґрунтів. Вони дають змогу мінімізувати витрати. Але в них є два недоліки. Перший - сошники індивідуально не копіюють поверхню поля, оскільки кріпляться групою на поздовжніх балках. Що довші балки та більше на них кріпиться сошників, то нерівномірніша глибина загортання насіння. Особливо це актуально на полях із вираженим макро- та мікрорельєфом (ухили, горбки, ямки, борозни тощо). Поля для роботи такими сівалками мають бути вирівняні.

Другий полягає в тому, що ґрунт на всій площі поля має бути за вологістю таким, щоб сошники не забивалися. За використання сівалок зі стрілчастими та анкерними сошниками зазвичай на 3-5 днів затримуються з висіванням навесні порівняно з сівалками, у яких дискові сошники. У посушливих землеробських зонах, в умовах сухої та спекотної весни це може призвести до суттєвого зниження польової схожості та врожайності.

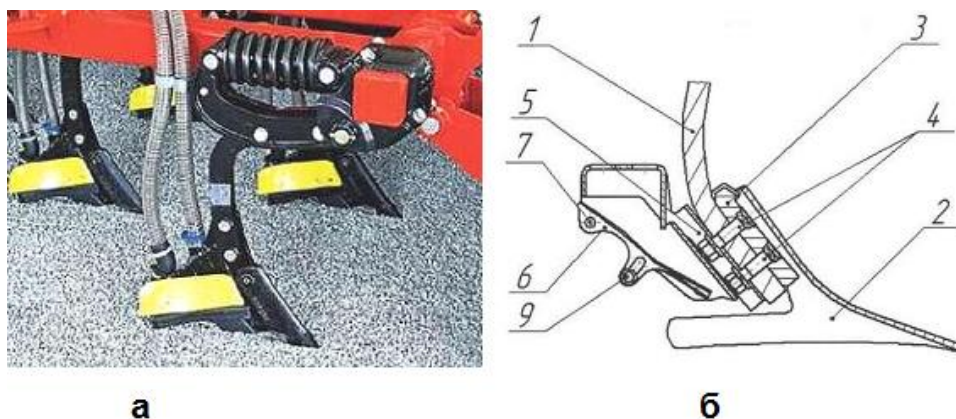


Рис. 2. Сошники для прямої сівби: а – анкерний; б – лаповий, де 1 – стояк; 2 – лапа; 3 – адаптер; 4 і 8 болти; 5 – кронштейн; 6 – розсіювач; 9 – гайка.



Висновки. Аналізуючи агротехнічні плюси та мінуси перелічених типів сошників, ми дійшли висновку, що дводискові сошники найбільш надійні в наших реальних умовах. Але в них варто було б зменшити кут розведення дисків, ніби "загострити", що дало б змогу, зберігши наявні плюси, розширити можливості роботи на жорсткіших, мінімально оброблених, засмічених поживними рештками, перезволожених ґрунтах на більш високих швидкостях.

УДК 631.363

## РОЗРОБКА КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ПЛЮЩИЛКИ СУХОГО ТА ВОЛОГОГО ЗЕРНА

*Білецький В. Р., Гіриш А. Ф.  
Поліський національний університет*

На підставі проведеного аналізу рівня техніки з розглянутого питання розроблено конструктивно-технологічну схему плющилки сухого та вологого зерна (рис. 1, а) з живильним пристроєм (рис. 1, б) для подачі зерна до робочої зони (міжвальцьового зазору) плющилки.

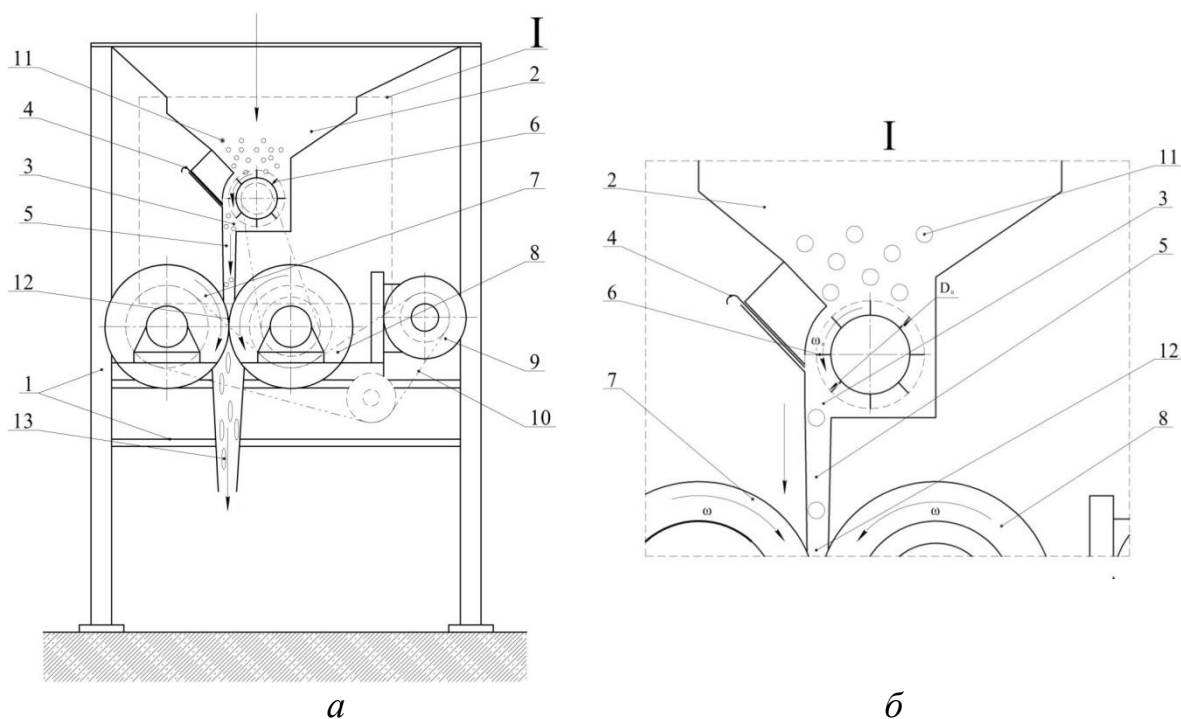


Рис. 1. Конструктивно-технологічна схема плющилки фуражного зерна (а) та її живильного пристрою (б)

Плющилка зерна може бути використана під час проведення технологічних операцій з плющення зерна воскової стиглості, фуражного зерна повної стиглості вологістю понад 20 % і сухого фуражного зерна.

Складається з рами 1, живильного бункера 2 з вікном 3 і регулювальною заслінкою 4, каналу для подачі зерна на плющення 5, живильного вальця 6 з лопостями, вальців для плющення лівого 7 і правого 8. Лівий валець 7 встановлений на нерухомих опорах, а правий 8 – на рамі 1 з можливістю повороту для аварійного відводу від вальця 7 і для регулювання міжвальцьового зазору 14.

Приводи вальців 6, 7 і 8 здійснюється від електродвигуна 9 клиноремінними передачами 10.

Плющилка працює таким чином. Зерновий матеріал (зерно) 11, що підлягає подрібненню, завантажується в живильний бункер 2. Під час відкриття вікна регулювальною заслінкою 4, що дає змогу регулювати пропускну спроможність плющилки, зерновий матеріал (зерно для плющення) 11, який перебуває в живильному бункері 3, захоплюється канавками живильного вальця 6 і подається через вікно 3, підвідний канал 5 і через нього в міжвальцьовий зазор 12 вальців 7 і 8, де захоплюється вальцями і проходить плющення (подрібнення), потім виводиться з міжвальцьового зазору 12 і як готовий продукт 13, плющене фуражне зерно відправляється на збереження або безпосередньо на згодовування. Установлення живильного вальця 6 у живильному бункері 2 плющилки над регульованим за висотою вікном 3 розпушує зерно 11, що надходить до бункера на плющення, що усуває його зависання в бункері 2, тим самим забезпечує безперервність і рівномірність подавання зерна 11 на плющення і безперервність усього технологічного процесу плющення зерна, що підвищує продуктивність плющилки.

Крім того, зерно надходить у зону плющення від вальця 6 через канал 5 з технологічно необхідною швидкістю, що істотно поліпшує захоплення зерна вальцями для плющення, що також значно підвищує пропускну здатність плющилки і в кінцевому підсумку знижує собівартість одержуваного продукту.

На підставі конструктивно-технологічної схеми було виготовлено варіанти виконання конструкції живильного пристрою і самих живильних вальців (рис. 2 а, б, в).

Привід живильного пристрою здійснювався набором шківів і ременів для різних частот обертання живильного вальця, а також за допомогою частотного перетворювача, конструктивну схему приводу представлено на рис. 3 а, конструкційне виконання – на рис. 3 б.

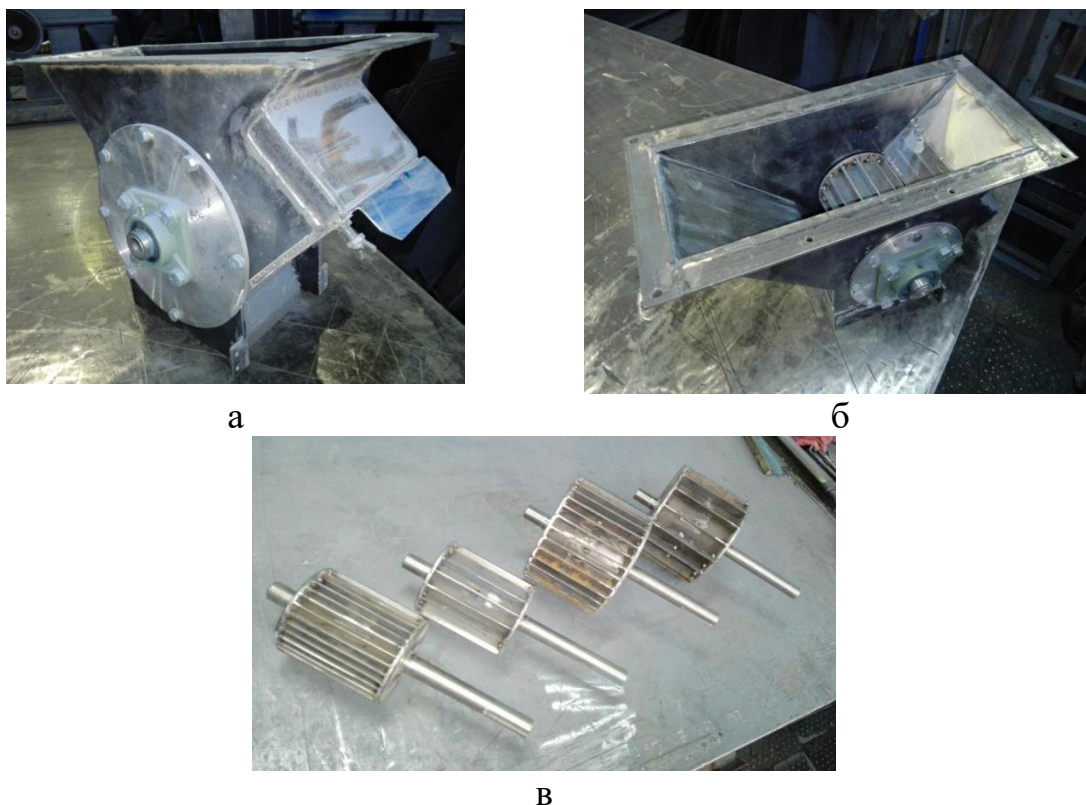
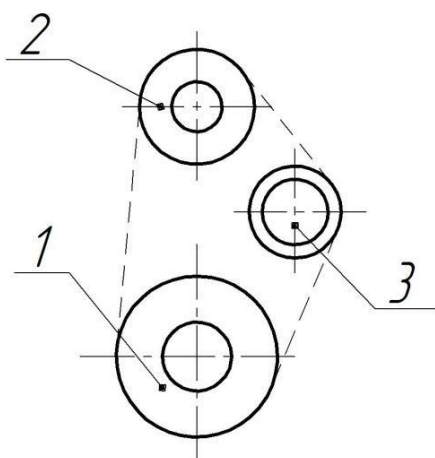


Рис. 2. Живильний пристрій із діаметром вальців 200 мм. (а), з діаметром вальців 120 мм. (б) і виконання живильних вальців (в).



- 1 – шків на вальці для плющення;
- 2 – шків на питаючому валу;
- 3 – натяжник.



а

б

Рис. 3. Конструктивна схема приводу живильного пристрою (а), привід живильного пристрою (б): шків на живильному валу  $D=138$  мм, шків на вальці плющення  $D=116$  мм; шків на живильному валу  $D=138$  мм, шків на вальці плющення  $D=190$  мм; шків на живильному валу  $D=116$  мм, шків на вальці плющення  $D=190$  мм; шків на живильному валу  $D=116$  мм, шків на вальці плющення  $D=116$  мм.

УДК 631.356.4

## СХЕМА ДИСКОВОГО ЗВОРУШУВАЧА СЕПАРУЮЧОГО ЕЛЕВАТОРА КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ

*Білецький В. Р., Музичук Д. А.  
Поліський національний університет*

На підставі відомих робіт можна зробити висновок про нерівномірність розподілу вороху по ширині сепаруючого елеватора. У результаті відбувається погіршення сепарації ґрунту і збільшення навантаження на наступні робочі органи. Для розв'язання цієї проблеми було запропоновано застосування в конструктивно-технологічній схемі сепаруючого елеватора дискового зворушувача.

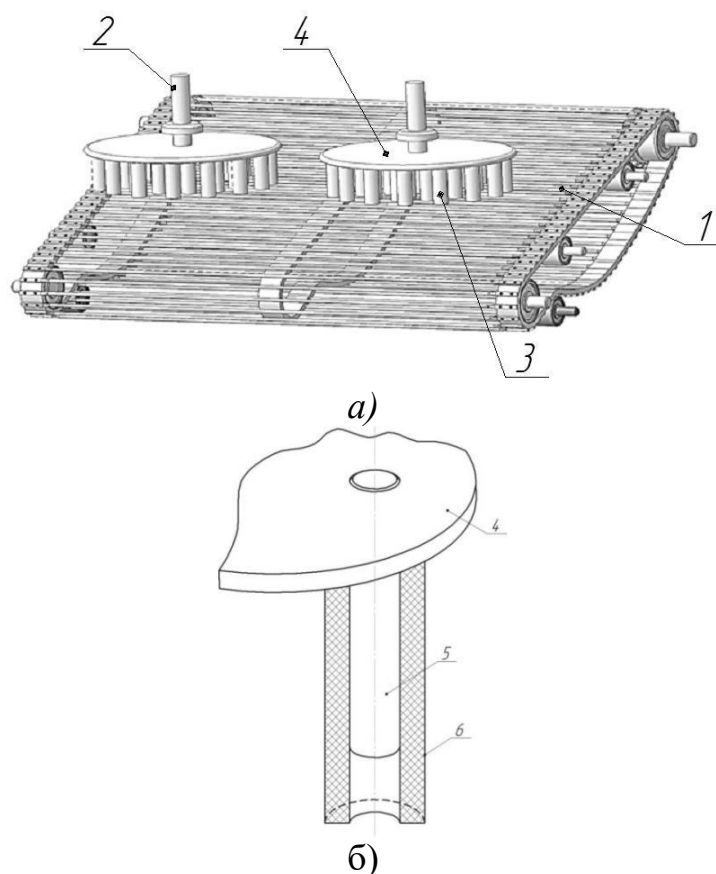


Рис. 1. Сепаруючий елеватор із дисковими зворушувачами: а) вигляд загальний, б) робочий елемент (палець) дискового зворушувача: 1 – сепарувальний елеватор, 2 – дисковий зворушувач; 3 – палець; 4 – прогумований диск; 5 – металевий стрижень; 6 – полімерна трубка.

Сепарувальний пристрій коренебульбозбиральної машини (рис. 1) містить сепарувальний елеватор 1 та встановлені над ним дискові

зворушувачі 2 сепарації з розміщеними на них пальцями 3, причому зворушувачі 2 виконані у вигляді плоских обгумованих дисків 4, які обертаються навколо своїх осей у площинах, розташованих під гострими кутами до площини робочої гілки елеватора 1, а пальці 3 виконано у вигляді металевих стрижнів 5 (рис.1) із закріпленими на них гумовою опорою та гумовими зажимами, які закріплені в площині робочої гілки елеватора 1, а пальці 3 виконано у вигляді металевих стержнів 5 (рис. 1) із закріпленими на них гумовими трубками 6, з можливістю зміни довжини вільного кінця трубки 6 на металевому стрижні 5.

Пристрій працює наступним чином. Картопляний ворох з підкопуючого робочого органу (на рисунку не показано) надходить на полотно сепаруючого елеватора 1. У міру просування спільно з полотном елеватора відбувається сепарація частини домішок та їхнє видалення крізь просвіти між прутками полотна, але цей процес не завжди протікає досить ефективно. У момент початку контакту дискового зворушувача з картопляним ворохом в останній плавно впроваджуються пальці, які закріплені консольно на нижньому боці дисків зворушувача. Плавність входу пальців у пласт забезпечується за рахунок того, що пальці виконані у вигляді гумових трубок, закріплених на металевих стрижнях. Оскільки пальці виконані з можливістю зміни довжини вільного кінця трубки на металевому стрижні, у разі зміни погодних умов, забезпечується щадний вплив і зниження пошкоджень бульб картоплі. Можливість зміни жорсткості пальців підвищує ефективність сепарації завдяки руйнуванню локальних структуроутворень у воросі та його перерозподілу по площі пруткового елеватора.

УДК 631.364.6

## **КОНСТРУКЦІЯ ГЕРМЕТИЧНОГО КОНТЕЙНЕРА ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ НАСІННЕВОГО ЗЕРНА В РОЗРІДЖЕНІЙ АТМОСФЕРІ**

*Білецький В. Р., Семенчук П. В.  
Поліський національний університет*

Для усунення недоліків зберігання насінневого зерна в силосах малої місткості нами було розроблено конструкцію герметичного контейнера для зберігання насінневого зерна в розрідженій атмосфері, схему й загальний вигляд якого наведено відповідно на рис. 1 і 2.

Герметичний контейнер для зберігання насінневого зерна в регульованому повітряному середовищі (див. 1) складається з корпусу 1,

встановленого на опорні стійки 14 з герметичною кришкою 2. На кришці встановлено контрольний вакуумметр 5, ємність з осушувачем повітря, заповнену технічним силікагелем 4, і атмосферний електромагнітний клапан 3. У нижній частині корпусу є розвантажувальна горловина, до якої через герметичну прокладку приєднана ємність для збору вуглекислого газу 8, що утворюється в результаті дихання зерна. Щоб зерно не потрапляло в кишеню, на дні корпусу контейнера є захисна сітка 7. Процес аерації повітря в міжзерновому просторі здійснюється за допомогою вакуумного насоса 9.

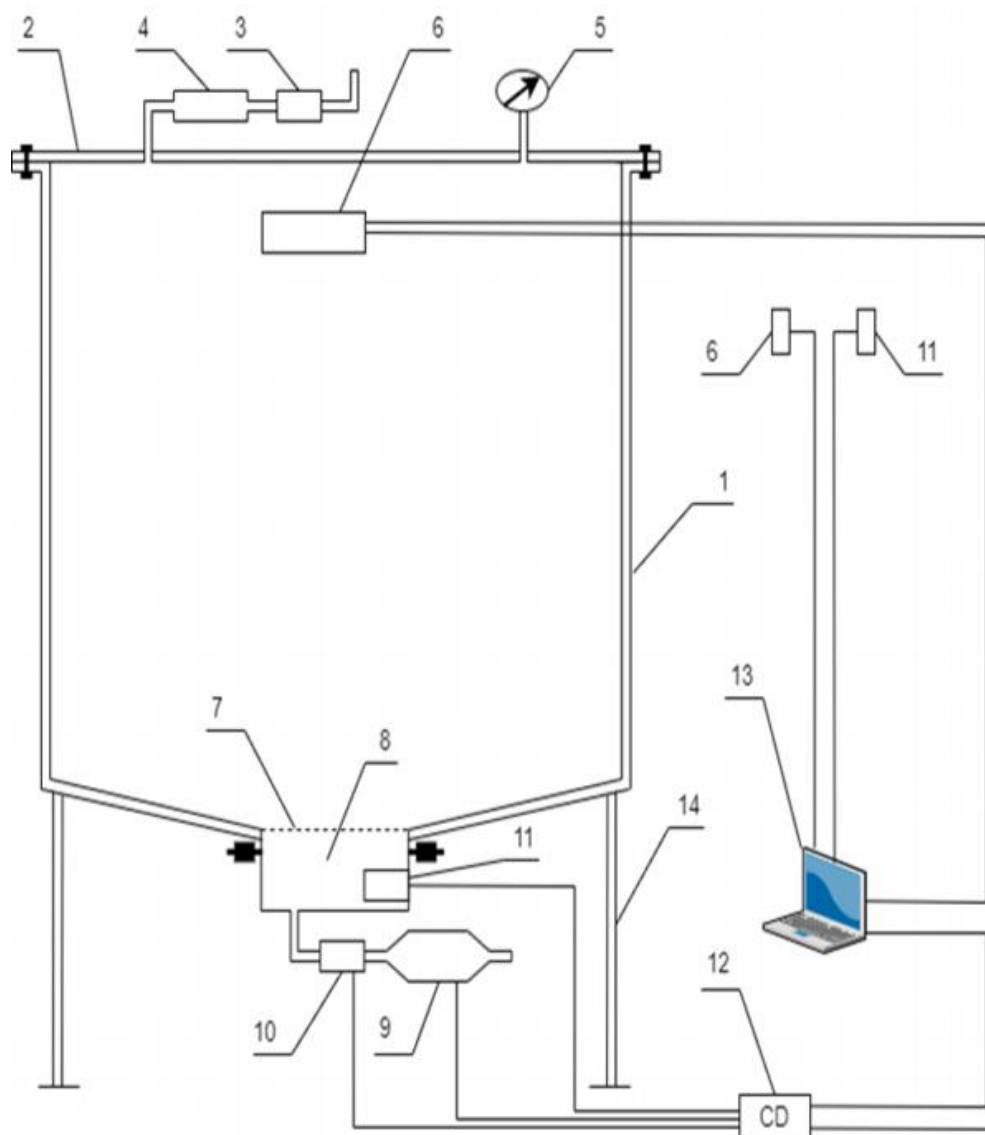


Рис. 1. Конструктивно-технологічна схема герметичного контейнера для зберігання насіннєвого зерна в розрідженій атмосфері: 1 – корпус контейнера; 2 – герметична кришка; 3 – атмосферний електромагнітний клапан; 4 – ємність з осушувачем повітря; 5 – вакуумметр; 6 – реєстратор вологості та температури повітряної суміші; 7 – захисна сітка; 8 – ємність-накопичувач вуглекислого газу; 9 – вакуумний насос; 10 – датчик контролю тиску газу; 11 – датчик контролю вмісту кисню в повітряній суміші; 12 –



контрольно-керуючий пристрій; 13 – персональний комп'ютер; 14 – опорна стійка.



Рис. 2. Загальний вигляд герметичного контейнера для зберігання насіннєвого зерна в розрідженій атмосфері.

Для автоматичної аерації міжзернового простору і створення необхідного розрідження повітря в конструкцію герметичного контейнера входить контрольно-керувальний пристрій 12, який з'єднаний з датчиками контролю тиску 10 і концентрації кисню в повітрі 11. Періодичний контроль стану повітряної атмосфери всередині герметичного контейнера може здійснювати оператор за допомогою персонального комп'ютера 13, який з'єднаний із датчиком контролю температури та вологості повітря в міжзерновому просторі 6.

Для здійснення способу зберігання зерна в контейнері з розрідженим повітряним середовищем, контейнер через горловину заповнюється зерном. Потім кришка 2 герметично закривається. Після ввімкнення контрольно-керувального пристрою 12 починається процес вакуумування, для чого в пристрій подається команда на ввімкнення вакуумного насоса 9. Насос виконує відкачування повітря з контейнера, доки тиск повітряної суміші в контейнері не досягне величини, за якої підтримуватиметься аеробне дихання зерна та порушуватиметься життєдіяльність комах-шкідників. За цього тиску повітря зерно зберігатиметься всередині герметичного контейнера, не втрачаючи своїх властивостей. Вуглекислий газ, що утворився в процесі дихання, через свою вагу опускається на дно контейнера і накопичуватиметься в ємності-накопичувачі 8. Спосіб зберігання зерна в герметичному контейнері з регульованим повітряним

середовищем передбачає періодичну примусову аерацію повітря в міжзерновому просторі. Аерація проводиться в разі зниження концентрації кисню в контейнері нижче за критичну величину, за якої зерно може перейти на анаеробне дихання, а також у разі підвищення температури та вологості повітря в міжзерновому просторі. Процес зміни виду дихання зерна фіксується датчиками концентрації кисню 11, температура і вологість повітря в міжзерновому просторі контролюється датчиком 6. При отриманні відповідного сигналу від цих датчиків контрольно-керувальний пристрій вмикає вакуумний насос 9. Проводиться відкачування повітря зі зниженим вмістом кисню з контейнера. Відкачування відбувається доти, доки вакуумметричний тиск не знизиться до мінімально можливого для вакуумного насоса значення, а потім вакуумний насос вимикається, і відкривається атмосферний електромагнітний клапан 3, через який свіже повітря, проходячи через місткість з осушувачем повітря 4, заповнює міжзерновий простір у контейнері. Після того, як буде замінено повітря в контейнері, атмосферні електромагнітні клапани закриваються, і повторно вмикається вакуумний насос. Проводиться відкачування повітря доти, доки вакуумметричний тиск не досягне величини, заданої технологічним процесом. Періодичний контроль умов зберігання насінневого зерна в герметичному контейнері з регульованим повітряним середовищем може здійснювати оператор за допомогою персонального комп'ютера 13, до якого під'єднано датчик контролю температури та вологості повітря в міжзерновому просторі, контрольно-керувальний пристрій, датчики тиску газу та концентрації кисню в повітрі.

УДК 631.33.024

## **ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПОСІВНОЇ СЕКЦІЇ З ДИФЕРЕНЦІЙНОЮ ГЛИБИНОЮ СІВБИ**

*Білецький В. Р., Краузе Д. К.  
Поліський національний університет*

Для проведення експериментальних досліджень виготовлено посівну секцію, основні конструктивні параметри якої відповідають результатам теоретичних досліджень і можуть бути змінені відповідно до програми експериментальних досліджень.

Експериментальний зразок посівної секції (рисунки 1, 2) містить у собі прорізний диск 1, заблокований з опорним колесом, регульовану пружину 2 і тяги 3 паралелограмного механізму, механічний регулятор



глибини 4, гвинт 5 регулятора глибини, пружину 6 регулювання сили тиску на ґрунт, анкерний сошник 7, коткування колеса 8.

Для проведення лабораторних експериментальних досліджень посівна секція мала такі конструкційні параметри, встановлені теоретично (рис. 1): діаметр  $D_1$  прорізного диска 450 мм; діаметри опорного колеса  $D_2 = 340$  мм і коткувального колеса  $D_3 = 450$  мм; кут установлення тяг паралелограмного механізму  $\varphi = 55...60$  град.; довжина тяг  $R_{\text{тяг}} = 350$  мм; відстань  $L_1$  – не більше 600 мм. Лабораторні дослідження щодо тягового опору робочих органів проводилися в ґрунтовому каналі ЖАТФК.

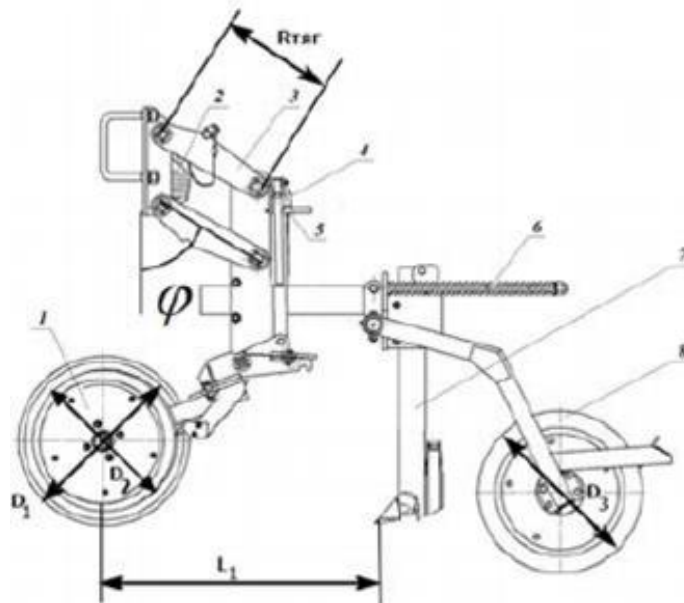


Рис. 1. Схема експериментального зразка посівної секції: 1 – прорізний диск; 2 – регульована пружина; 3 – тяга; 4 – механічний регулятор глибини; 5 – гвинт; 6 – пружина регулювання сили тиску на ґрунт; 7 – анкерний сошник; 8 – прикочуюче колесо.



Рис. 2. Загальний вигляд експериментального зразка посівної секції.

Експериментальний зразок посівного комплексу з розробленими посівними секціями представлено на рис. 3.

Посівний комплекс має роздільно-агрегатне компонування робочих органів і складається з таких основних частин: бункера для насіння і добрив,

посівного блоку, на поперечних брусах рами якого розміщуються посівні секції, пневматичної централізованої висівної системи, гідравлічної та електричної систем. Для реалізації програми експериментальних досліджень на рамі висівного блоку (рис. 4) є можливість розміщення різної кількості висівних секцій 43, 48, 57 для забезпечення відповідно таких величин ширини міжрядь – 30, 27 і 22,8 см.



Рис. 3. Посівний комплекс ПК-12,7.

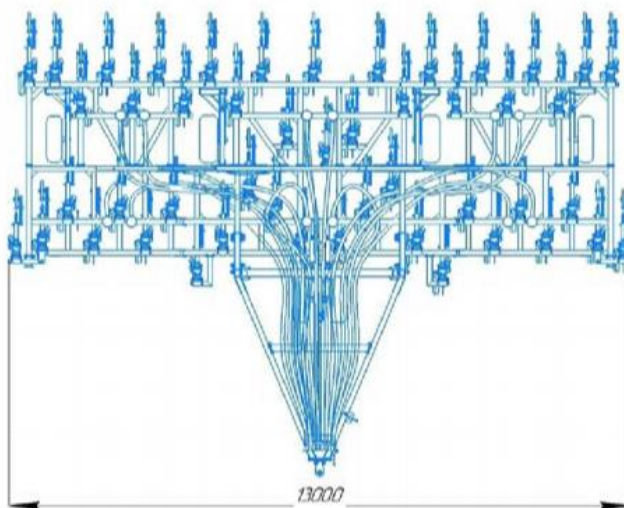


Рис. 4. Схема розташування 48 посівних секцій на посівному блоці ПК-12,7.

УДК 621.43.001

## **АНАЛІЗ ВПЛИВУ ГЕОМЕТРІЇ ЛОПАТЕВОГО ЗМІШУВАЧА НА ТУРБУЛЕНТНІСТЬ ТА ІНТЕНСИВНІСТЬ ЗМІШУВАННЯ РІДИНИ**

*Бурлака С. А.*

*Вінницький національний аграрний університет*

Постановка проблеми. Турбулентне перемішування рідини відіграє ключову роль у багатьох промислових та технологічних процесах, де

необхідно ефективно змішувати різні компоненти для досягнення бажаних результатів. Вірне змішування може покращити якість продукції, забезпечити єдність у складних хімічних реакціях та зменшити час виконання процесів. Тому вивчення та розуміння впливу форми змішувача на характеристики турбулентного потоку стає актуальним завданням для наукових досліджень.

Основна мета цієї статті полягає в проведенні системного аналізу впливу геометрії лопатевого змішувача на турбулентність та інтенсивність змішування рідини. Існуючі дослідження підкреслюють важливість оптимізації геометричних параметрів змішувача для досягнення кращих результатів, але недостатньо розкривають взаємозв'язок між цими параметрами та режимами турбулентності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження в даній галузі включають різноманітні підходи, включаючи експериментальні, теоретичні та чисельні методи. Експериментальні дослідження часто проводяться з використанням фізичних моделей лопатевих змішувачів в лабораторних умовах. Ці експерименти дозволяють виміряти характеристики турбулентності та інтенсивності змішування при різних параметрах геометрії змішувача.

Результати цих досліджень показують, що геометрія лопатевого змішувача має значущий вплив на характеристики турбулентності та інтенсивності змішування рідини. Конкретні геометричні параметри, такі як форма лопаток, кут нахилу, розташування та розмір лопаток, можуть сприяти покращенню ефективності змішування та зменшенню рівня турбулентності.

Результати досліджень. Під час обертання механічної мішалки, найвища швидкість руху рідини спостерігається на її зовнішньому краю, і за допомогою рівняння Бернуллі створюється область зі знизеним статичним тиском. Це призводить до переміщення рідини від центру до периферії, створюючи радіальні потоки, які забезпечують інтенсивне змішування рідини.

Математичний опис такого руху рідини є складним завданням і для аналізу гідродинаміки змішування використовується критерій Рейнольдса. Для подальших розрахунків ми використовуємо модифікований критерій Рейнольдса  $Re_M$  (1) спеціально для змішувачів.

$$Re_M = \frac{d_m \omega_{кут} \rho}{\mu} = \frac{n d_m^2 \rho}{\mu} \quad (1)$$

При проведенні механічного перемішування можна виділити два режими: ламінарний та турбулентний. У ламінарному режимі ( $Re_M < 30$ ) спостерігається незначне перемішування, при якому рідина спокійно обтікає лопаті мішалки, при цьому лопатки захоплюють рідину та обертаються разом з нею. У цьому ламінарному режимі переміщується

лише та частина рідини, яка безпосередньо знаходиться біля ротора змішувача (див. рисунок 1).

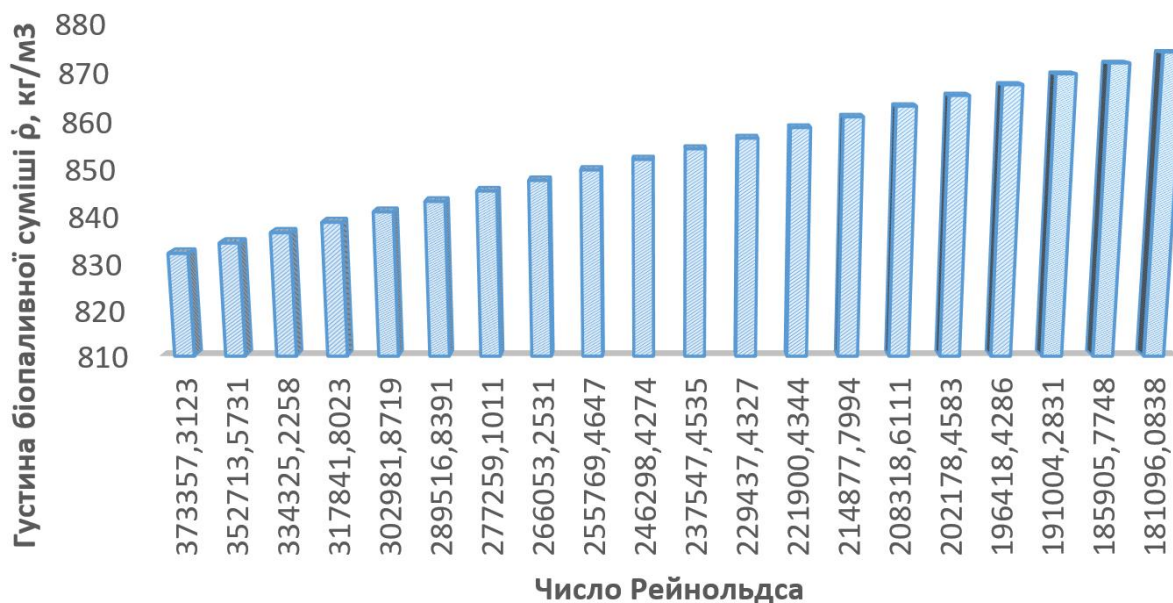


Рис. 1. Зміна числа Рейнольдса  $Re_M$  в залежності від густини біопаливної суміші  $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>

Зі збільшенням обертальної швидкості мішалки відбувається зростання опору середовища, оскільки утворюється турбулентний слід та турбулізація прикордонного шару навколо рухомих лопаток. Це призводить до утворення примусової циркуляції, яка забезпечує тривимірний рух рідини в пристрої. Зазвичай, це відповідає числам Рейнольдса в діапазоні від  $10^2$  до  $10^3$ .

При досягненні області розвиненої турбулентності ( $Re_M > 10^4$ ), спостерігається інтенсивне перемішування рідини. Вказані критичні значення числа Рейнольдса є приблизними і залежать від конструкції та розмірів ротора та пристрою загалом.

Під час оптимізації конструктивних параметрів змішувача, вивчаються різні розміри лопатей (діаметри) від 0,015 метра до 0,075 метра. Оскільки цей пристрій базується на фільтрі тонкої очистки двигуна Д-240, головним параметром для оптимізації є геометричні розміри ротора Савоніуса, зокрема діаметр лопаті, який враховується при розрахунках і має значний вплив на роботу змішувача. Основним показником ефективності роботи є число Рейнольдса.

Для перевірки точності проведених розрахунків було виконано моделювання процесу змішування за допомогою програми FlowVision. Запропонована модель змішувача була використана для моделювання робочої камери пристрою, який був заповнений рідиною, з вказанням всіх вихідних, вхідних отворів та фізико-хімічних характеристик палива (рис. 2).

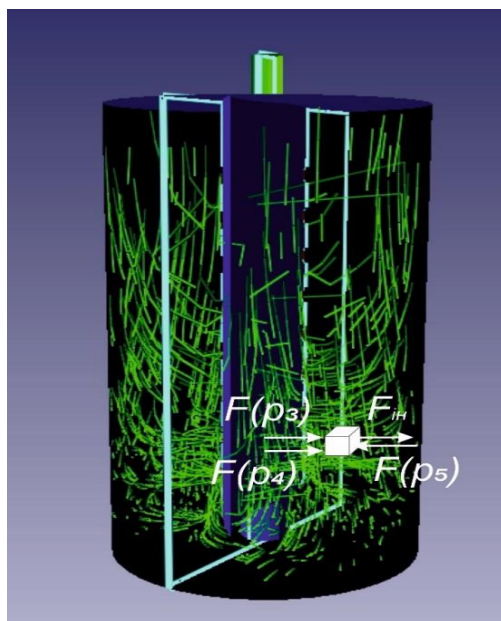


Рис. 2. Моделювання руху потоків рідини у змішувачі програмою FlowVision.

Можна відзначити, що спостерігається інтенсивне турбулентне змішування потоків рідини, що підтверджує адекватність проведених розрахунків. Крім того, були отримані залежності швидкості та тиску робочої рідини в змішувачі від часу за допомогою програми.

Висновки. Дослідження підтверджують, що високий рівень турбулентності досягається при діаметрі лопаті 0,015 метра, що може бути корисним у деяких випадках, де потрібен інтенсивний рух рідини.

Проте, для забезпечення оптимальної ефективності, стійкої роботи і інтенсивного змішування, було виявлено, що найбільш конструктивно вигідним є діаметр лопаті 0,055 метра. Це може бути добрим компромісом між досягненням ефективного змішування і збереженням стабільності та економічності.

#### Список використаних джерел

1. Калетнік Г. М. Біопалива: ефективність їх виробництва та споживання в АПК України: навч. посібник. К: Аграрна наука, 2010. 327 с.
2. Бурлака С. А., Явдик В. В., Єленич А. П. Методи досліджень та способи оцінки впливу палив з відновлюваних ресурсів на роботу дизельного двигуна. Вісник Хмельницького національного університету. 2019. №2 (271). С. 212–220
3. Малаков О. І., Бурлака С. А., Михальова Ю. О. Математичне моделювання та основи конструювання вібраційних змішувачів. Вісник Хмельницького національного університету. 2019. № 5 (277). С. 30–33.
4. Бурлака С.А. Алгоритм функціонування машинно-тракторного агрегату з використанням системи живлення зі змішувачем палив. Хмельницького національного університету. 2022. С. 140-145.

УДК 631.3:004.738.52

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ НАУКОВО-ТЕХНІЧНИХ РЕСУРСІВ У ПРОЦЕСУ ПРОЕКТУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН**

*Ветохін В. І., Рижкова Т. Ю., Негребецький І. С., Сидорчук Ю. В.  
Полтавський державний аграрний університет*

Постановка проблеми. Розвиток техніки та виробництво нових знань базуються на досягненнях людства, що накопичені, у тому числі, у вигляді інформаційних ресурсів. Ідеї, що не повною мірою не могли бути реалізовані, за відсутністю технологічної бази на минулому етапі, відроджуються у новому циклі розвитку. Необхідність збереження матеріальних ресурсів призводить до зміщення зусиль до обробки та реалізації інформаційних ресурсів.

Окремий аспект становить процес підготовка фахівців вищого ступеня, а саме наукового, що потребує досягнення відповідності критеріям внеску в науку, наукової новизни, теоретичного та/або практичного значення. Оцінка відповідності зазначеним критеріям та виконання самого наукового дослідження потребують утворення бази знань відповідно до напрямку цього дослідження.

Аналіз останніх досліджень. Огляд шляхів розвитку аграрних технологій розглядаються у ряді публікацій [1, 2, 3]. Зокрема, методологічним орієнтиром у системному аналізі процесів машиновикористання у сільському господарстві, пропонується використовувати принципи зонального підходу та пріоритет агромеліоративних технологій, оскільки саме агротехнології регламентують правила робіт в умовах обмежених ресурсів [3]. Однак, у даній публікації не розкриваються конкретні методики роботи з інформаційними ресурсами.

У роботі [4] викладена методика вилучення масиву знань у конкретній галузі з урахуванням чинників галузевої специфіки. Методика містить етапи: попереднього визначення ключових слів або назви; - пошук повнотекстових джерел з використанням сервісу Google Patents (включаючи непатентну літературу (Google Scholar)); експертне виділення найближчого джерела-аналога зі сторінки з результатами пошуку, зокрема з розділів Патентні посилання (Patent Citations), Подібні документи (Similar Documents), Концепції машинно-вилучені (Concepts machine-extracted); уточнення попередньо визначених ключових слів; повторення циклу пошуку. Зазначається обмеженість методики. Складність обробки інформації штучним інтелектом становить те, що елементи науково-технічних рішень не завжди містяться у текстово-знаковій формі, а бути



викладені у графічному нестандартизованому форматі. Такі складності можуть біти вирішені за рахунок розвитку людського інтелекту, тобто науково-освітньої діяльності.

Мета досліджена – підвищення ефективності наукового пошуку та реалізацій розробок, у тому числі в освітній діяльності.

Результати. Сільськогосподарська технологія, що містить сукупність регламентів та процесів застосування засобів механізації, також може розглядатися як сукупність процесів перетворення стану оброблюваного середовища [5]. Спосіб управління станом ґрунту, у загальному випадку, розглядається як процес внесення/вилучення енергії, речовини та інформації.

Спосіб реалізується в різних технологіях відповідними технічними засобами і знаряддями. Наприклад, внесення добрив, меліорація, хімічна обробка, полив – забезпечують внесення/вилучення енергії і речовини, механічний обробіток – внесення/вилучення енергії. Перераховані техногенні фактори діють поряд з природними факторами і процесами обміну енергією і речовиною.

Сучасний стан розвитку інформаційних технологій та засобів дозволив напряду ввести інформаційну компоненту в технологічний процес перетворення стану оброблюваного шару ґрунту. Одночасно здійснюються процеси отримання поточних значень показників стану параметрів ґрунту, обробка інформації, та реалізація зміни стану ґрунту, шляхом внесення біологічного матеріалу, енергії і речовини [6].

Масив знань, накопичений у галузі, міститься у неформалізованому вигляді, як у формі неопрілюдненого технологічного досвіду, технічних засобів, неоцифрованих науково-технічних публікацій так і у формалізованому вигляді, у придатному комп'ютерній обробці форматі. Проблеми обробки неформалізованої інформації вирішуються у науково-освітній діяльності, яка може розглядатися як компонента глобальної інформаційної системи.

Висновок. Вилучення інформації, та перетворення її у масив знань, задля створення більш ефективних сільськогосподарської технології та техніки актуальна задача.

Залучення до наукового пошуку сучасних інформаційних технологій, у тому числі штучного інтелекту, обмежені значним обсягом неформалізованої інформації. Такі обмеження можуть біти подолані за рахунок розвитку людського інтелекту, тобто науково-освітньої діяльності.

Список використаних джерел

1. Elsa T. Berthet, Gordon M. Hickey, Laurens Klerkx Opening design and innovation processes in agriculture: Insights from design and management sciences and future directions. *Agricultural Systems*. Volume 165, September 2018, Pages 111-115. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2018.06.004>

2. Laurens Klerkx, Emma Jakku, Pierre Labarthe A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda // NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences V. 90–91, December 2019, <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315>

3. Алтибаєв А.Н., Ветохін В.І. Інформаційно-технологічні аспекти прикладних досліджень процесів машиновикористання // Наукові доповіді ХХІІ Міжнародної наукової конференції «Науково-технічні засади розроблення, випробування та прогнозування сільськогосподарської техніки і технологій», 23 вересня 2022 року, УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого; 2022, С.13-16. [http://www.ndipvt.com.ua/uploads/zbirnyk-tez\\_09-2022.pdf](http://www.ndipvt.com.ua/uploads/zbirnyk-tez_09-2022.pdf)

4. Ветохін В. І., Негребецький І. С., Рижкова Т. Ю., Сало Я. М. Методика досліджень інформаційних науково-технічних ресурсів з використанням сервісу Google Patents. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: Збірник наук. пр. УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. 2023. Вип. 32(46). С.198-208. <https://dspace.pdau.edu.ua/server/api/core/bitstreams/0091f561-5dd9-4b93-9088-3d775add65e1/content>

5. Ветохін В.І., А.Н. Алтибаєв. Аналіз властивостей ґрунту стосовно процесу управління його станом з мінімальними витратами ресурсів. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2017. Вип. 21. С. 332-338. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ttar\\_2017\\_21\\_46](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ttar_2017_21_46).

6. Radtke I., Stoller J., McMahon B., Strnad M., Koch D., Morgan M., Lehman T., Wildermouth P., Koch J. (2020) Agricultural fluid application systems, methods and apparatus. Patent RU2734483C2, 2015-06-15, 2020-10-16, PRESIGN PLANTING ELSI (US), FSIS RF.

УДК 621.001.57(075.8)

## **УЗАГАЛЬНЕНА СХЕМА ЦИФРОВОГО МЕХАНІКО-БІОНІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ҐРУНТООБРОБНИХ МАШИН**

*Волик Б. А., Сокол С. П.*

*Дніпровський державний аграрно-економічний університет*

Постановка проблеми. В галузі сільськогосподарського машинобудування традиційно використовують методи математичного моделювання. Всі різновиди комп'ютерного моделювання в своїй основі мають математичні моделі і тому їх можна розглядати як різновид математичного моделювання



Перспективним є моделювання з застосуванням методів біоніки. Інші види моделювання, як то імітаційне, аналогове, гідродинамічне, менш поширені, але вони можуть бути ефективно використані як допоміжні при роботі з основними моделями. Таким чином, сутність методики полягає в тому, що на основі методів біоніки необхідно отримати геометричну модель робочого органу і за допомогою методів землеробської механіки виконати адаптацію моделі до роботи в умовах ґрунтового середовища.

Аналіз останніх досліджень. Біоніка – розділ кібернетики, пов'язаний з побудовою технічних пристроїв і систем, а також з рішенням різних інженерних задач на основі вивчення функціонування органів і систем живої природи [1, 2].

Застосування методів біоніки потребує наявності біологічного аналогу, який був би функціонально подібним розроблюваному знаряддю. Від ступеня подібності залежить і ступінь адаптації робочого органу до конкретних умов його експлуатації. Вся складність полягає в тому, що сліпе копіювання аналогу нічого не дає. Робочий орган працює в інших умовах і для його розробки необхідна математична модель аналогу, але пристосовано до конкретних умов використання, а це вже складна задача. В галузі сільськогосподарського машинобудування основні ідеї біонічного моделювання започатковані А. Н. Гудковим. Подальший розвиток напрямку належить школі Л. Ф. Бабицького [1].

З технічної точки зору для постановки на виробництво робочого органу необхідно мати повний комплект конструкторської документації і позитивні результати польових випробувань дослідного зразка. Конструкторська документація розробляється на основі розрахункової схеми і математичної моделі взаємодії геометричної моделі робочого органу з оброблюваним середовищем.

В галузі використання методів біоніки можна виділити дві наукові школи: Л. Ф. Бабицького і Дніпровського державного аграрно-економічного університету (ДДАЕУ). Обидві школи використовують метод функціональних аналогій: конструкція аргументується з точки зору можливості виконання технологічного процесу на основі зовнішньої функціональної подібності робочого органу і біологічного аналогу. Різниця полягає в тому, що в першому випадку модель є аналоговою, тобто вона є масштабованою копією тіла біологічного аналогу [1]. В другому цифровою: параметри аналогу оцифровують, розробляють регресійне рівняння яке закладається в математичну модель взаємодії з ґрунтовим середовищем, що дозволяє виконати адаптацію моделі до конкретних умов експлуатації [2].

Відміна аналогових і цифрових моделей наглядно відстежуються на наступних прикладах.

Аналогова модель: гнучка ротаційна борона Л. Ф. Бабицького [1]  
Конструкція запропонована на основі аналізу прийнятого біологічного аналогу – дощового хрпака. Конструктивно знаряддя виконане наступним

чином. До рами прикріплений ланцюговий шлейф. Ланцюги являють собою круглі кільця прямокутного перетину. Кільця з'єднані між собою пружними проміжними ланцюгами. За аналогією з дощовим хропаком на кільцях перпендикулярно один до одного прикріплені чотири пари голок прямокутного перетину. В процесі руху, за рахунок наявності пружних елементів, голки виконують складний коливальний рух, що дозволяє робити поверхневий шар ґрунту більш однорідним. Конструктивні параметри обґрунтовані методом експертної оцінки. Для наукової школи ДДАЕУ є характерним прийняття в якості біологічного аналогу тіла морських тварин. Наприклад, стрільчата лапа, рис. 1. [2]. Методика моделювання полягає в наступному. В якості біологічного аналогу прийнятий скат хвостокол. За результатами обміру фотовідбитка тіла тварини отримуємо геометричну модель ріжучого периметра, рис. 1. Наступним етапом отримується цифрова модель, табл. 1 на підставі якої формується рівняння регресії. В подальшому рівняння аналізується на раціональність режиму різання [3] і в разі необхідності профіль корегується і приймається рішення на розробку конструкторської документації.

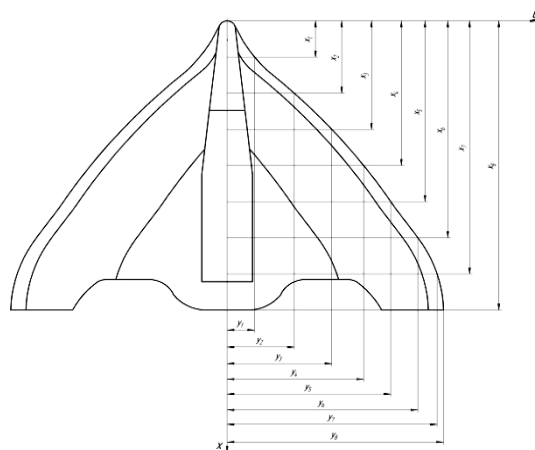


Рис.1. Геометрична модель профілю леза стрільчатої лапи [2].

Таблиця 1 – Числова модель контуру ріжучого периметра робочого органу з урахуванням величини критерія подібності  $K_{\Pi} = 1$ .

x, мм	1,0	40	80	120	160	200	240	280	320
y, мм	5	28	67	102	132	158	184	203	212

Регресійна модель леза стрільчатої лапи:  $Y = 0,6923 \cdot X + 9,93$ .

Мета дослідження: Розробка узагальненої схеми цифрового моделювання ґрунтообробних робочих органів на основі біологічного аналогу.

Результати досліджень: За основу в нашій роботі прийнята цифрова схема моделювання, але на відміну від [2], моделювання виконуємо не тільки в горизонтальній площині, а і в повздовжно- вертикальній, рис. 3. Це

надає можливості отримати 3D- модель, що в свою чергу дозволить скласти робочу програму для 3D-принтера. Діло в тому, що отримувані профілі доволі складні для виготовлення їх методом механічної обробки.

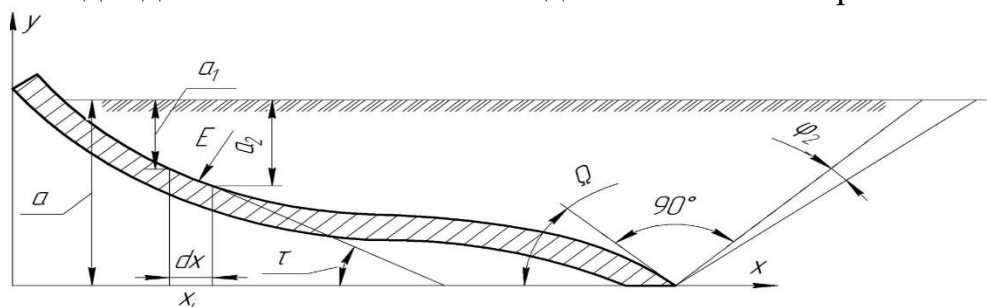


Рис. 3. Повздовжній осьовий перетин геометричної моделі (рис. 1).

Висновки. Запропонована схема досліджень є подальшим перспективним розвитком цифрового моделювання.

Список використаних джерел

1. Бабицький Л. Ф. Обґрунтування конструктивних параметрів гнучкої борони. Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти. 2016. Вип. 4. С. 61-68.

2. Михайлов Є. В. Обґрунтування конструктивної схеми стрільчастої лапи на основі біологічного прототипу. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь. 2019. Вип. 19, т.3. С. 37-46 doi:10.31388/2078-0877-19-3-37-45.

3. Панченко А. М. Теорія подрібнення ґрунтів ґрунтообробними знаряддями. Дніпропетровськ. ДДАУ. 1999. 140 с.

УДК 621.9.048.6

## ВИКОРИСТАННЯ ВІБРОВІДЦЕНРОВОГО ЗМІШУВАЧА ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ ВИСОКОЕНЕРГЕТИЧНИХ СУМІШЕЙ

Волинець Є. О.

Вінницький національний аграрний університет

Постановка проблеми. Виробництво кормів безпосередньо на невеликих підприємствах на малогабаритному обладнанні економічно виправдано, так як скорочуються витрати на доставку сировини і його зберігання, і взагалі більш ефективно використовуються всі ресурси.

Аналіз останніх досліджень. За останні десятиріччя технологія змішування набула більш широкого використання в різних галузях господарства України, зокрема, що стосується агропромислової галузі

економіки. Її застосування дало змогу докорінно вдосконалити традиційні та розробити нові технологічні процеси і засоби для їх реалізації. Так коливальний режим руху часток технологічного завантаження забезпечує як ефективне змішування, так і зменшення внутрішньої в'язкості суміші та, як наслідок, зменшення сили тертя при перемішуванні. Тому у більшості існуючих технологій може використовуватись вібротехніка, так як дані машини значно ефективніші від звичайних, як за енерговитратами, так і за часом обробки [1].

Мета дослідження. Застосування вібровідцентрового змішувача при виробництві високоенергетичних сумішей на невеликих тваринницьких господарствах.

Результати досліджень. В основу розробленої машини (змішувача) поставлена задача інтенсифікації процесу змішування матеріалів шляхом зменшення адгезійних сил між частинками матеріалу за рахунок використання гравітаційного ефекту. Дана схема представлена на ескізі.

Розроблена принципова схема експериментальної установки містить контейнер 5, в який через люк 13 завантажують матеріал для приготування однієї порції суміші. Вібробуджувач 3 приводить в коливально-вібраційний рух корпус 1, що змонтований на пружних елементах 2. Одночасно з корпусом 1 в коливально-вібраційний рух приходить контейнер 5, разом з завантаженим у нього матеріалом, оскільки він закріплений до корпусу 1 на опорах 7. Електродвигун 8 приводить в обертовий рух лопатевий вал 6, змонтований на стійках 4. Електродвигун 10 через муфту 11 і відкриту зубчасту передачу 12 приводить в обертовий рух на  $360^\circ$  навколо горизонтальної осі контейнер 5 разом з завантаженим у нього матеріалом.

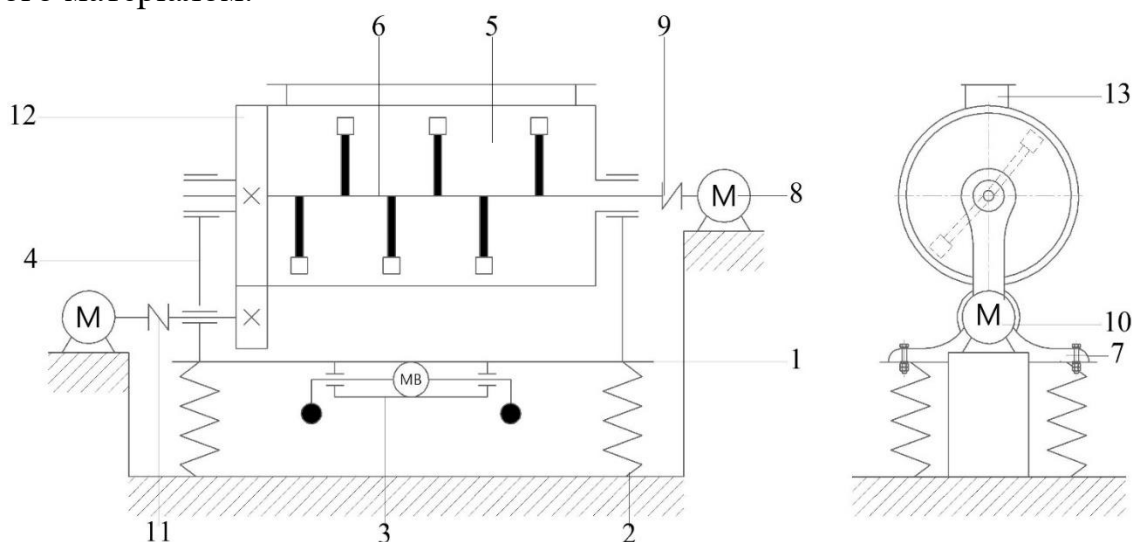


Рис. 1. Принципова схема вібровідцентрового змішувача: 1 – корпус; 2 – елементи пружні; 3 – вібробуджувач; 4 – стійка; 5 – контейнер; 6 – вал лопатевий; 7 – опора; 8, 10 – електродвигун; 9, 11 – муфта; 12 – передача зубчаста; 13 – люк

У результаті одночасної, комбінованої дії на частки матеріалу, має вплив дія вібрації, що утворюється завдяки віброзбуджувача 3, турбулізація, що утворюється обертанням лопатевого вала 6 та обертовий рух контейнера 5 на 360° навколо осі, що разом призводить до інтенсифікації процесу змішування матеріалу [2, 3].

Висновки. Поєднання рухів робочої камери (обертового, вібраційного) та обертового руху активатора, які можуть реалізовуватися незалежно один від одного в одній конструктивній схемі значно розширює технологічні можливості змішувача.

Розроблено конструкцію, що може мати широке використання на виробництві в різних галузях промисловості при виробництві спецій, пекарських сумішей, комбікормів, білково-вітамінних добавок.

Список використаних джерел

1. Берник П. С., Ярошенко Л. В., Єленіч М. П. Використання прогресивних технологій для приготування багатокомпонентних сумішей. Прогресивна техніка і технології машинобудування : матеріали міжнародної НТК. 1995 р. Донецьк : Дон. ДТУ, 1995. С. 18–19.

2. Цуркан О. В., Полевода Ю. А., Волинець Є. О., Походай М. В. Особливості конструкції комбінованого змішувача для переробних і харчових виробництв. Вібрації в техніці та технологіях. 2016. № 1. С. 149–154.

3. Берник П. С., Стоцько З. А., Паламарчук І. П. Механічні процеси і обладнання переробного та харчового виробництва. Львів, 2008. 336 с.

УДК 631.34: 632.98

## **АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ВНЕСЕННЯ РІДКИХ МЕЛІОРАНТІВ**

*Куликівський В. Л.*

*Поліський національний університет*

Постановка проблеми. У робочих органах для внесення рідких меліорантів застосовується процес розпилювання з метою найкращого їх змішування з ґрунтом, що сприяє утворенню однорідної органо-мінеральної структури. Чим якісніший процес розпилювання рідини в зоні внесення, тим більш рівномірним буде розподілення меліорантів за шириною захвату робочого органу агрегату. Це створить сприятливі умови для підвищення родючості оброблюваних земель.

Аналіз останніх досліджень. Під час виходу рідини з розпилювача поблизу зрізу сопла виникає коливальний процес, який руйнує струмінь і

призводить до подрібнення на краплі. Причинами коливання струменя є зовнішні та внутрішні фактори [1]. Зовнішніми умовами виступають аеродинамічні сили, які прагнуть деформувати та розірвати струмінь. До внутрішніх чинників відносяться: якість виготовлення розпилювального пристрою; конструктивні особливості елементів; форма сопла [2]. Під впливом внутрішніх і зовнішніх факторів частинки рідини, що прилягають до поверхні струменя, змішуються, деформуються та відхиляються від початкової форми. На деструкцію струменя рідини також впливають його фізичні параметри: в'язкість; поверхневий натяг; щільність розчину та навколишнього середовища.

**Мета досліджень.** Проаналізувати високоєфективні способи, технологічні прийоми розпилення рідин для підвищення ступеня диспергування з одночасним зниженням енергетичних витрат і спрощення конструкції розпилювачів меліорантів.

**Результати досліджень.** У сучасних пристроях використовуються різні способи розпилювання розчинів, основні з них представлені на рис. 1.

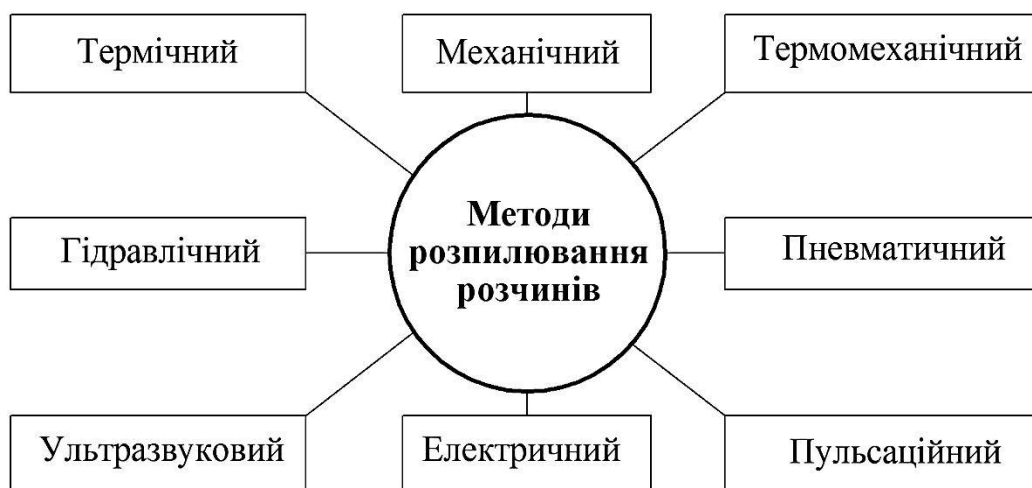


Рис. 1. Методи розпилювання розчинів.

Термічний спосіб полягає у використанні нагрівального елемента або пристрою для робочого розчину. Пари під тиском, що утворилися при цьому, змішують з холодним повітрям, в результаті створюється туман високої дисперсності. Подібний принцип застосовується і в термомеханічному методі, де на рідину впливають потоком гарячого газу та подрібнюють на краплі.

Механічний спосіб подрібнення рідини на краплі відбувається за рахунок дії відцентрових сил елемента розпилювача, що обертається (диск, пластина, конус), куди подається розчин. Перевагою даного метода є можливість розпилення високов'язких рідин з різними включеннями.

Особливістю пневматичного методу є те, що на рідину, яка виходить з отвору, впливає швидкісний потік повітря або газу. В результаті рідина

розпадається на краплі, розмір яких залежить від рівня динамічного впливу повітряного потоку. Позитивним фактором даного способу виступає надійність в експлуатації та можливість розпилювати рідини з високою в'язкістю.

Гідравлічний метод характеризується нагнітанням рідини в розпилювачі та подальшим вільним розпадом струменя, що виходить із отвору пристрою. Розпад струменя у цьому разі обумовлений швидкістю витікання розчину. За великих швидкостей краплі починають втрачати стійкість та подрібнюються на значно дрібніші.

Електричне розпилювання рідин відбувається в результаті деформації струменя у сильному електричному полі, що діє на потік. Діапазони відхилень параметрів потоку досягають значної амплітуди, що спричиняють, зрештою – подрібнення на дрібні краплі.

Ультразвукове розпилювання включає дві схеми:

- 1) струмінь розчину потрапляє на елемент генератора (магнітострикційного чи п'єзоелектричного), що коливається;
- 2) потік зазнає впливу механічних коливань повітря (15...20 кГц).

В даному методі ключовим недоліком є висока вартість обладнання.

Особливістю пульсаційного розпилювання є те, що збурення, які провокують подрібнення струменя розчину, збільшуються завдяки пульсації тиску та змінам витрат, створюваних систематичним закриванням прохідних каналів розпилювального пристрою. Даний спосіб поєднується з будь-яким із розглянутих методів, водночас підвищується якість та однорідність подрібнення струменя.

Висновок. Найбільш перспективним та енергозберігаючим методом розпилювання рідини під час внесення меліорантів є пневматичний. З технічної та технологічної точки зору перевагою даного способу виступає простота конструкції і можливість регулювання норми внесення меліорантів при збереженні площі розподілу, а також розміру крапель розчину.

#### Список використаних джерел

1. Луговський О. Ф. та ін. Ультразвукові технологічні процеси. Розпилення та екстрагування : монографія. Вінниця, 2022. 288 с.
2. Горященко С. Л., Горященко К. Л. Моделювання процесу імпульсного розпилення рідини коливальним соплом. Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки. 2019. № 2. С. 67–71.

УДК 631.316

## ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ СЕКЦІЇ КУЛЬТИВАТОРА ДЛЯ СМУГОВОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

*Куликівський В. Л., Яроцький В. І.  
Поліський національний університет  
Хоменко С. М.*

*Житомирський агротехнічний фаховий коледж*

Проведений аналіз наявних конструкцій культиваторів для смугового обробітку ґрунту дав змогу виявити низку загальних характерних недоліків, як-от: відсутність паралелограмного механізму для копіювання рельєфу ґрунту (на деяких моделях); дорожняча і складність виготовлення оригінальних запчастин; відсутність внутрішньоґрунтового об'ємного внесення добрив під час обробітку ґрунту; висока енергоємність процесу обробітку ґрунту; недостатня стійкість конструкції кріплення вирізного диску на навісному культиваторі і т. д.

Для усунення зазначених вище недоліків ми пропонуємо конструкцію культиватора для смугового обробітку ґрунту за технологією Strip-Till, у якій ми спробували поєднати переваги наявних конструкцій культиваторів. Пропонована конструкція культиватора має такі конструктивні особливості: 1) Використання пружинного механізму на котку, що забезпечує щільне коткування смуги; 2) Використання вдосконаленого механізму копіювання рельєфу оброблюваного поля; 3) Регулювання глибини ходу здійснюється за допомогою переміщення дискового ножа гвинтовим механізмом у вертикальній площині.

Для обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів розробленого культиватора для смугового обробітку ґрунту наведемо схему розміщення робочих органів на рамі секції (рис. 1).

Крім обробітку ґрунту певної ширини розроблювана секція культиватора має забезпечувати об'ємне внутрішньоґрунтове внесення рідких і гранульованих добрив.

Для цього на стійці щілінкоутворювача на заданому рівні просвердлені отвори внутрішнім різьбленням із можливістю закріплення на них ножів із добривом для внесення рідкого мінерального добрива, а також є 2-й добривоутворювач. При цьому ножі з удобрювачами розташовані симетрично по обидва боки стійки щілінкоутворювача під гострим кутом до горизонтально-поперечної площини, а нарізування щілин здійснюють під кутом 30...45°.

На рис. 2 (А) зображено робочий орган щілінкоутворювача, який складається зі стійки 1, долота 2 і розсікача 3 для зменшення опору робочого



органу. На стійці 1 пригвинчені ножі 4 з трубчастим удобрювачами 5 розташовані під кутом  $\alpha$  до вертикальної площини. На кінцях ножів приварені подрібнювачі 6, для нарізання щілин, у які краще проникають добрива.

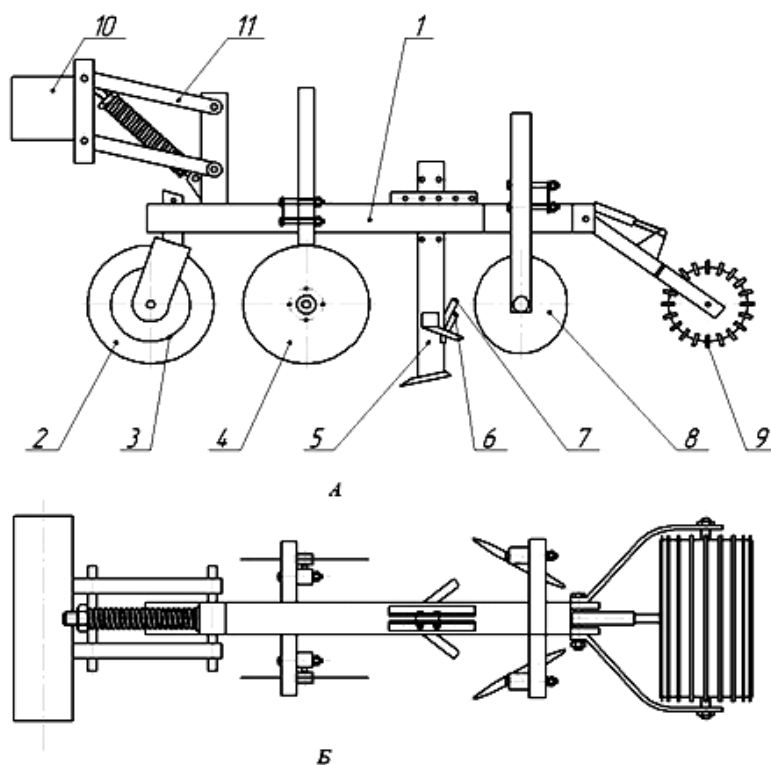


Рис. 1. Робоча секція розробленого культиватора Секція культиватора для смугового обробітку ґрунту з об'ємним внесенням добрив дає змогу забезпечувати рівномірний обробіток ґрунту на задану глибину та знизити енергоємність обробітку ґрунту.

На рис. 2 (Б) зображено переріз Б-Б спосіб кріплення ножів 4 з добривом 5 на стійці щілинкоутворювача 1 за допомогою болтів 7 із внутрішньою шестигранною напівпотайною головкою.

На рис. 2 (В) зображено вигляд А, де під гострим кутом  $\beta$  до горизонтальної площини розташовується ніж-добривачка 4, при цьому нарізання щілин проводять під кутом  $30...45^\circ$ , шириною захоплення  $b$  та висотою установки  $a$ . Дільник 8 розсікає вертикально подавальне рідке добриво, що рівномірно подається, на правий і лівий удобрювачі.

На фігурі 4 показано розріз С-С з ножем 4 і удобрювачем 5. Ніж 4 має ріжучу кромку з кутом скосу  $\alpha$  розташованим під кутом  $\gamma$ , верхня приварена частина прямої частини удобрювача розташовується під кутом  $\gamma_1$ .

Робочий орган для внесення добрив, що містить розташовану під кутом  $30... 45^\circ$  стійку щілинника з розсікачем і долотом, що вирізняється тим, що оснащений ножем з удобрювачем, причому ніж має різальну кромку, утворену виконанням під кутом скосом, розміщений під гострим кутом до горизонтально-поперечної площини та пригвинчений до стійки

болтами з внутрішньою шестигранною напівпотайною голівкою, до якої приварено удобрювач, при цьому удобрювач виконаний із плавним радіусом згину.

Робочий орган ніж з удобрювачем, що використовується за технології смугового обробітку ґрунту, працює так. Під час руху агрегату по полю ножі з удобрювачами з обох боків заглиблюються в орний шар ґрунту й утворюють похилі щілини в поперечній площині, а нарізання щілин здійснюють під кутом  $30...45^\circ$ . При цьому ніж здійснює нарізку щілин із частковим подрібненням ґрунту, а удобрювач підводить добриво. Після проходження пристрою в орному шарі ґрунту добрива розподіляються у вигляді похилих смуг на заданому рівні.

Таке внесення добрив усуває їх випаровування, змивання та вивітрювання з поверхні ґрунту й забезпечує рівномірне живлення рослин увесь вегетаційний період розвитку від проростання до повного дозрівання, унеможливує підживлення рослин як окрему технологічну операцію, дає змогу використати природні процеси для підготовки ґрунту, тим самим покращує агротехнічні вимоги.

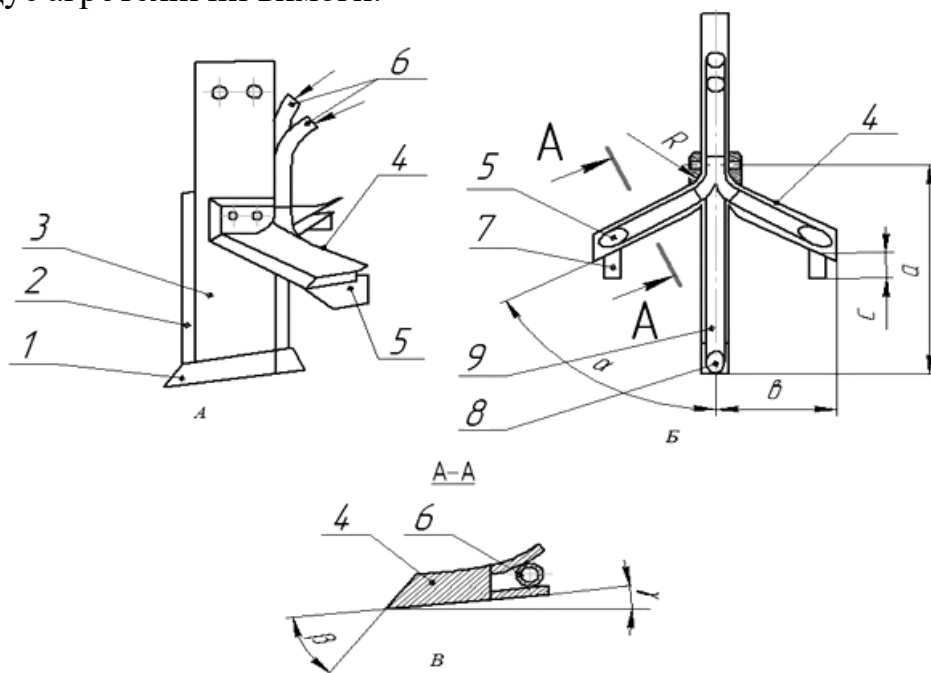


Рис. 2. Схема робочого органу для внесення добрив: 1 – долото; 2 – розсікач; 3 – стійка; 4 – ніж; 5 – горизонтальний щілинкоутворювач; 6, 9 – трубчастий удобрювач; 7 – наконечник-живильник; 8 – вертикальний щілинкоутворювач.

Необхідно обґрунтувати конструктивно-технологічні параметри запропонованої секції смугового обробітку ґрунту на основі аналітичних розрахунків і математичного моделювання процесу обробітку ґрунту.

УДК 664.72

## ОБҐРУНТУВАННЯ ПРИНЦИПУ РОБОТИ ПРИСТРОЮ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЮ ТА ПІДТРИМАННЯ В ЗАДАНОМУ СТАНІ РУХОМОГО ШАРУ ЗЕРНОВОГО ВОРОХУ В ПРОЦЕСІ ОЧИЩЕННЯ

*Куликівський В. Л., Яскажук В. О.  
Поліський національний університет*

Для розв'язання задачі застосування ультразвуку для керування процесом сепарації зернового вороху розроблено технологічну схему пневмосепарувального каналу, оснащеного пристроєм оперативного контролю та підтримання в заданому стані рухомого шару зернового вороху (рис. 1).

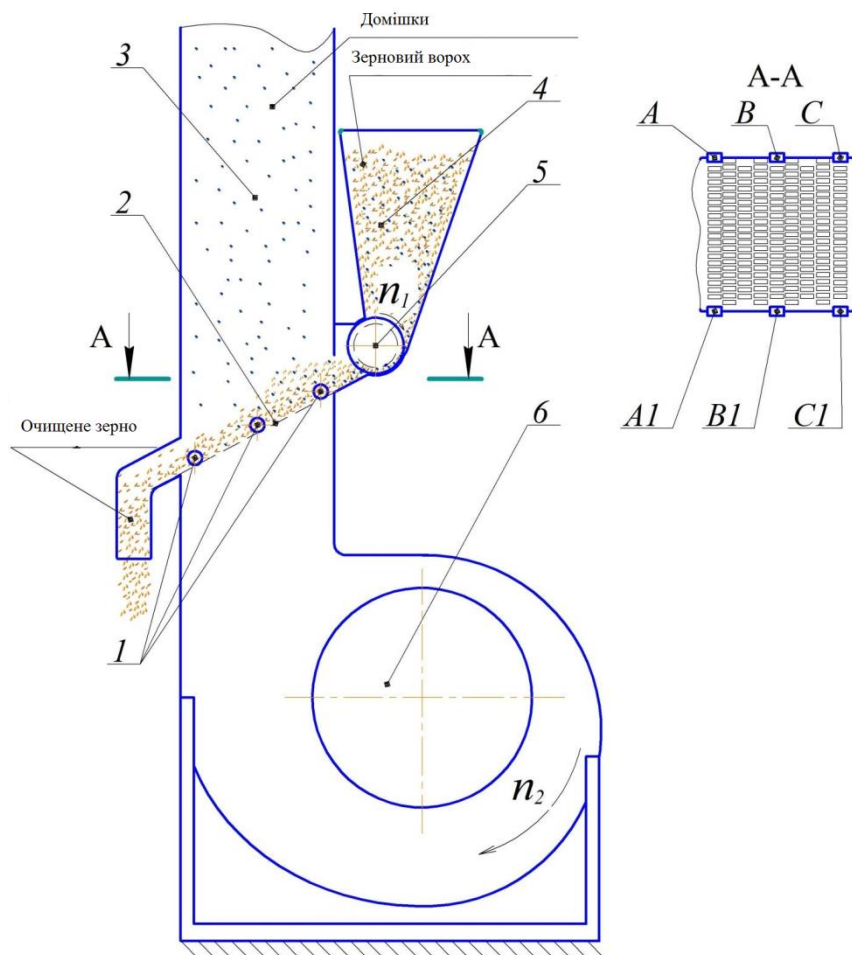


Рис. 1. Технологічна схема пневмосепаратора зернового вороху, оснащеного ультразвуковими далекомірами:  $n_1$  – частота обертання живильного валика;  $n_2$  – частота обертання вентилятора;  $A_1, B_1, C_1$  – УЗ-випромінювачі;  $A, B, C$  – УЗ-приймачі; 1 – УЗ-далекоміри; 2 – опорна сітка;

3 – вертикальний пневмосепарувальний канал; 4 – бункер-живильник; 5 – живильний валик; 6 – вентилятор.

Пневмосепарувальний канал складається з УЗ далекомірів 1; опорної сітки 2; вертикального пневмосепарувального каналу 3; бункера живильника 4; живильного валика 5; вентилятора 6; елемента, що фільтрує (на схемі не показаний).

Процес обробки зерна відбувається так: зерновий ворох від комбайна подається в живильний бункер 4, з бункера за допомогою живильного валика 5 зерновий ворох спрямовується у вертикальний пневмосепарувальний канал 3 на опорну сітку 2 і потрапляє під дію повітряного потоку, створюваного вентилятором 6. Під час руху зернового вороху вздовж опорної сітки відбувається його псевдозрідження й очищення від легких домішок, внутрішня структура продувного шару змінюється.

Стан псевдозрідженого шару оперативно фіксується УЗ далекомірами 1. УЗ хвилі частотою 40 кГц випромінюються з періодичністю 150...1500 мс випромінювачами А, В, С і проходять зі швидкістю близько 340 м/с через шар очищувального матеріалу, що рухається зі швидкістю 0,00028 ... 0,16 м/с, поперек його руху до приймачів А1, В1, С1.

У динамічній моделі взаємодії ультразвуку із зерновим шаром можливі такі явища, як розсіювання, відбиття від межі розділу середовищ і поглинання УЗ хвилі. Перше явище пов'язане з різкою зміною властивостей середовища на межі неоднорідностей: його густина і модуль пружності хаотично змінюють свої значення в просторі, водночас розміри перешкод, що зустрічаються на шляху УЗ-хвилі, порівнянні з довжиною хвилі.

Віддзеркалення УЗ хвилі від межі шару зернового вороху може відбуватися при високій насипній щільності, коли шар сприймається пристроєм як цілісний, непроникний для УЗ хвиль об'єкт оцінки. Якщо середовище має в'язкість і теплопровідність, то під час поширення УЗ хвилі відбувається її поглинання, тобто в міру віддалення від джерела її енергія зменшується. Це явище не властиве для киплячого шару зернового вороху, оскільки його в'язкість різко зменшується при збільшенні швидкості газового потоку, а теплопровідність порівнянна з теплопровідністю теплоізоляційних матеріалів.

Для своєчасної оцінки стохастичної структури шару зернового вороху, що очищується, та оперативного впливу на виконавчі органи ПСК з метою забезпечення якісного очищення зернового вороху виникає необхідність у визначенні мінімальної періодичності "просвічування" шару зернового вороху. Відповідно до характеристик використовуваних УЗ далекомірів, модуль УЗ далекоміра генерує пучок із восьми сигналів частотою 40 кГц (рис. 2).

Тоді, відповідно до формули (2.10), час випромінювання УЗ хвилі,  $t_{\text{імп}}$ , становить 0,0002 с.

$$t_{\text{імп}} = 8/v \quad (1)$$

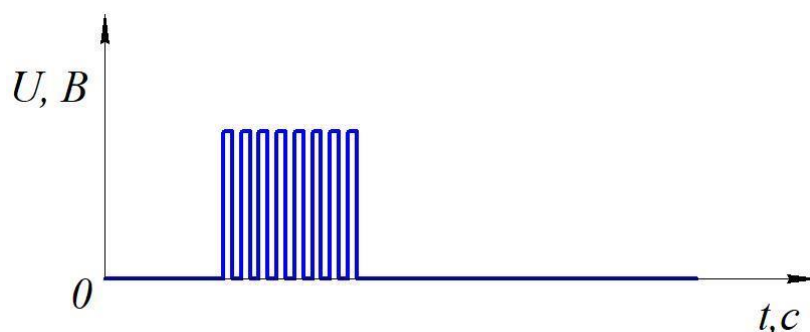


Рис. 2. Схема генерування пучка імпульсів із восьми сигналів УЗ далекоміра НС-SR04.

Для визначення мінімальної періодичності випромінювання пристроєм УЗ-хвилі необхідно враховувати явище відбиття УЗ-хвилі від дотичних великих частинок зернового вороху. За наявності подібних відбитих хвиль може відбуватися "хибне" оцінювання довжини шляху УЗ хвилі, що проходить через зерновий матеріал, оскільки випромінена УЗ хвиля відбивається від частинок шару зернового вороху і фіксується УЗ-приймачем як результат генерації наступної. Дослідним шляхом визначено періодичність випромінювання, що дає змогу унеможливити "помилкову" оцінку шляху УЗ хвилі, вона становить для розглянутого ПСК, оснащеного розробленим пристроєм, 150 мс.

З метою оцінки впливу подачі повітря і зернового вороху на довжину шляху УЗ хвилі, що пронизує поперек рухомий шар зернового вороху, що рухається, на початку, середині та наприкінці пневмосепараторного каналу, були проведені експериментальні дослідження. У процесі роботи пневмосепаратора значення довжин шляхів ультразвукових хвиль, отриманих з УЗ далекомірів, розміщених на початку –  $L_{1\text{ср}}$ , середині –  $L_{2\text{ср}}$ , і наприкінці –  $L_{3\text{ср}}$ , ПСК прямували на обробку в мікроконтролерний блок керування і потім фіксувалися на персональному комп'ютері для подальшого аналізу.

Проведені дослідження засвідчили, що частота обертання живильного валика,  $n_1$ , який регулює подачу зернового вороху в ПСК з метою повного її завантаження та забезпечення максимальної продуктивності, має сильний зворотний кореляційний зв'язок із різницею усереднених значень довжин шляхів ультразвукових хвиль, які пронизують впоперек рухомий шар зернового вороху, отриманих з УЗ-дальномірів на початку та наприкінці ПСК. Частота обертання робочого колеса вентилятора,  $n_2$ , що регулює подачу повітря, у ПСК має також сильний зворотний кореляційний зв'язок із різницею усереднених значень довжин шляхів ультразвукових хвиль, які

пронизують впоперек рухомий шар зернового вороху, отриманих з УЗ-дальномірів у середині й наприкінці ПСК.

За різницею усереднених значень довжин шляхів ультразвукових хвиль, що пронизують впоперек рухомий шар зернового вороху, отриманих від УЗ-дальномірів, на вході і на виході з пневмосепарувального каналу встановлюється подача матеріалу – задається відповідна частота обертання двигуна живильного валика за допомогою частотного перетворювача. А за різницею усереднених значень довжин шляхів ультразвукових хвиль, що пронизують впоперек рухомий шар зернового вороху, отриманих від УЗ-дальномірів, у середній частині та на виході з пневмосепарувального каналу встановлюється подача повітря – задається відповідна частота обертання двигуна вентилятора за допомогою частотного перетворювача.

УДК 631.356.4

## **КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА КОНСТРУКЦІЇ ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ СОРТУВАННЯ БУЛЬБ КАРТОПЛІ**

*Куликівський В. Л., Боята В. О.  
Поліський національний університет*

Розроблення простого за конструкцією, недорогого, малогабаритного робочого органу для розділення бульб картоплі на фракції за розмірами є важливим завданням. Однак впровадження його у виробництво, розробка всього комплексу конструкторської документації, відпрацювання технологічного циклу виробництва, звісно підвищить ціну готового продукту.

Невеликі фермерські господарства, а також сільськогосподарські підприємства широкого профілю, що мають незначні оброблювані площі під картоплю (менше 20...50 га), не можуть собі дозволити купувати нову техніку. За таких малих обсягів виробництва термін її окупності може перевищити термін експлуатації. Але в господарствах є старі комплекси КСП-15Б, що мають у своєму складі роликові картоплесортувальники РКС-10. Пропонується як основу взяти раму наявного комплексу КСП-15Б і на неї встановити новий робочий орган транспортерного типу. Як калібрувальну поверхню робочого органу пропонується використовувати транспортер із нескінченною стрічкою, що має щілинні отвори, рис. 1.

Розміри отворів і крок їхнього розташування визначалися вимогами стандартів і розмірно-масовими характеристиками типових сортів картоплі, що вирощуються в господарствах Житомирської області. Для виділення

середньої фракції картоплі були прийняті розміри калібрувальної щілини, що дорівнюють  $KPI = 40$  мм, рис. 2.

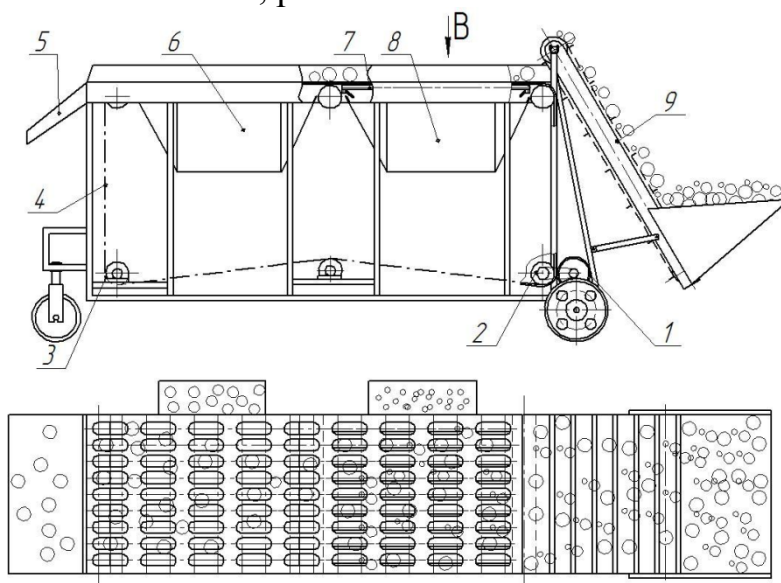


Рис. 1. Схема запропонованої конструкції, з новим робочим органом транспортерного типу: 1 – приводний мотор-редуктор; 2 – ведучий барабан; 3 – підтримувальний барабан; 4 – транспортерна стрічка; 5 – лоток приймання великої фракції; 6 – лоток приймання середньої фракції; 7 – калібрувальне решето; 8 – лоток приймання дрібної фракції; 9 – транспортер для подачі з приймальним лотком.

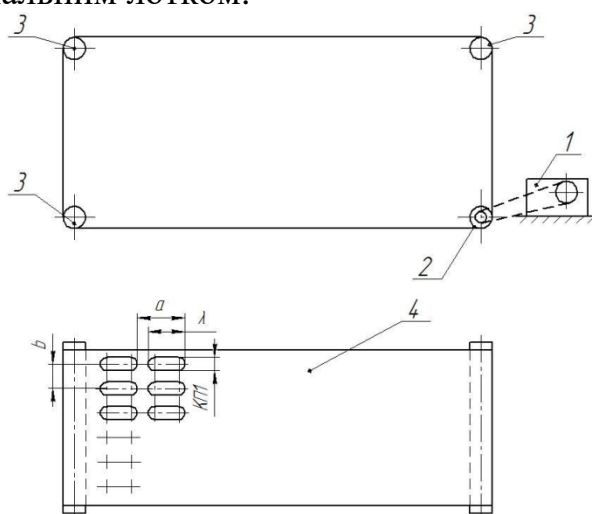


Рис. 2. Схема встановлення калібрувального полотна з розмірами комірок: 1 – привід; 2 – ведучий барабан; 3 – підтримувальний барабан; 4 – транспортерна стрічка.

Довжина отворів була обрана такою, що дорівнює  $l = 180$  мм, щоб забезпечити безперешкодний прохід крізь нього бульб подовжено-овальної форми.

Кроки розташування отворів  $a$  і  $b$ , були прийняті рівними  $a = 240$  мм і  $b = 82,5$  мм, щоб забезпечити достатню жорсткість системи (рис. 2). Це забезпечує стабільність розмірів калібрувальних отворів.

Транспортерні робочі органи мають дуже просту конструкцію, потребують низьких витрат енергії на здійснення технологічного процесу, не схильні до динамічних впливів, мають низьку матеріалоемність, порівняно з барабанными, роликowymi робочими органами.

Щілинна форма отворів найповніше відповідає умовам поділу купи картоплі на фракції за найменшим поперечним діаметром бульби. При цьому щілинні отвори мають найвищу ймовірність для проходження бульб картоплі через них.

Однак поряд із зазначеними можна відзначити й притаманні транспортерним робочим органам недоліки:

- відсутність динамічного впливу на купу перешкоджає відносному руху бульб поверхнею стрічки, основній умові надійного орієнтування бульб у калібрувальних отворах;

- розміри щілинних отворів не регулюються, тобто один робочий орган дає змогу поділити купу лише на 2 фракції.

Пропонована конструкція виконана з урахуванням виключення вищезазначених недоліків, а саме для відділення картопляної купи на три фракції на одній ділянці встановлено решето для зменшення калібрувального просвіту сортувального полотна. Плужкові розсіювачі, встановлені на робочій поверхні, забезпечують рівномірний розподіл вороху та невелике гальмування картоплі для якіснішого відділення всіх фракцій. Крім цього, для унеможливлення западання картоплі в отворах транспортерного полотна встановлено виштовхувальну пластину. Усі ці пристрої забезпечують умови, необхідні для усунення недоліків транспортерних сортувальних робочих органів.

УДК 637.02

## **БУДОВА РОЗРОБЛЕНОГО ПОДРІБНЮВАЧА КОРЕНЕБУЛЬБОПЛОДІВ**

*Куликівський В. Л., Зінчук В. В.  
Поліський національний університет*

Для вивчення процесу різання коренебульбоплодів розроблено лабораторну установку подрібнювача.



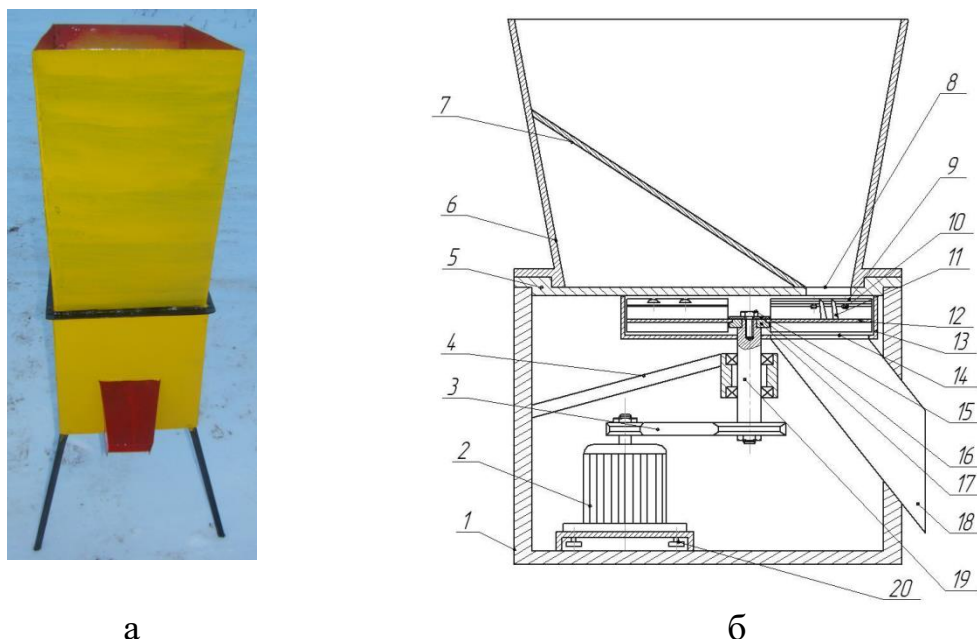


Рис. 1. Подрібнювач коренебульбоплодів: а – фото; б – конструкційна схема; 1 – корпус; 2 – електродвигун; 3 – ремінна передача; 4 – кронштейн кріплення опорних підшипників; 5 – кришка; 6 – завантажувальний бункер; 7 – похила перегородка; 8 – завантажувальне вікно; 9 – горизонтальний ніж; 10 – гвинт; 11 – вертикальний ніж; 12 – ріжучий диск; 13 – відбійник; 14 – розвантажувальне вікно; 15 – гвинт; 16 – притискна шайба; 17 – посадкова шайба; 18 – розвантажувальна горловина; 19 – приводний вал; 20 – натяжний пристрій.

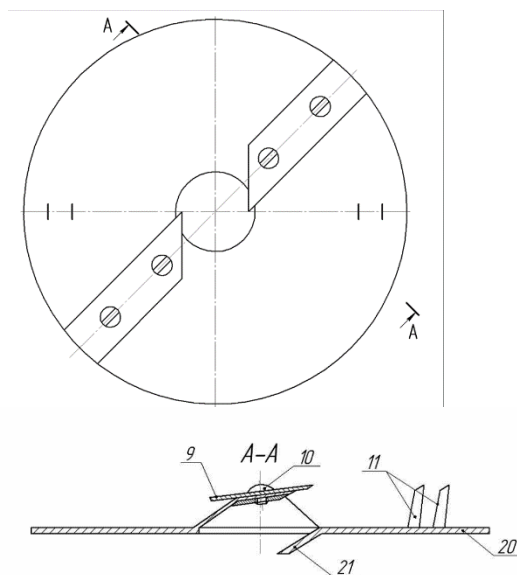


Рис. 2. Схема ріжучого диска з двома горизонтальними ножами.

Подрібнювач коренебульбоплодів складається з корпусу 1 (рис. 1), електродвигуна 2, пасової передачі 3, кронштейна кріплення опорних підшипників 4, кришки 5, завантажувального бункера 6, додаткової похилої

перегородки 7, вивантажувальної горловини 18, ріжучого диска 12, який встановлено на валу 19, який містить диск 20 (рис. 2), вертикальні 11 і горизонтальні ножі 9, що кріпляться до диска ножа 20 гвинтами 10, лопатки 21 і запобіжну муфту, що складається з гвинта 15, притисної 16 і посадкової 17 шайб. На ріжучому диску 12 виконані радіально розташовані вікна, в яких встановлені вертикальні ножі 11.

Подрібнювач працює таким чином. Коренебульбоплоди завантажуються в завантажувальний бункер 6. Під власною вагою вони скочуються додатковою похилою перегородкою 7 до завантажувального вікна 8, розміщеного на периферії ріжучого диска 12, через яке потрапляють у камеру подрібнення, утворену ріжучим диском 12 і відбійником 13. По периферії у створі завантажувальної горловини 8 обертаються ножі ріжучого диска 12. Під час підходу до коренеплоду вертикальні ножі 11 роблять у ньому вертикальні надрізи, а горизонтальні 9 які йдуть слідом – відрізають стружку.

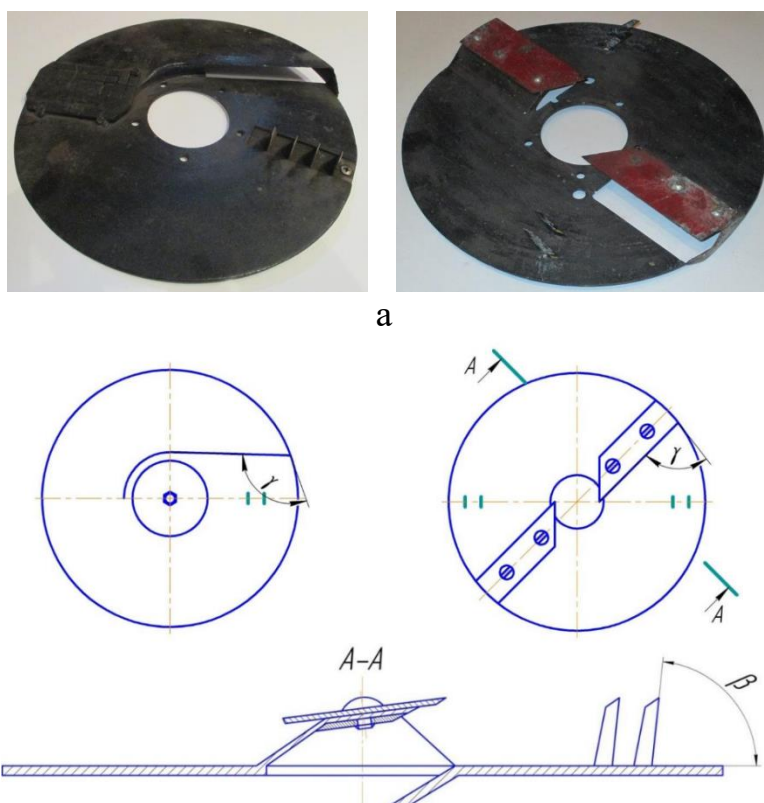


Рис. 3. Ріжучі диски з одним і двома горизонтальними ножами: а – фото; б – схема розташування горизонтальних ножів.

Відстань між вертикальними ножами 11 визначають товщину відрізаної скибочки, а частота обертання ріжучого диска – його висоту. Відрізані скибочки через радіально розташовані на ріжучому диску вікна лопатками 21 переміщуються до вивантажувального вікна 14 і через вивантажувальну горловину 18 виводяться з камери подрібнення.

Для дослідження процесу різання коренеплодів було виготовлено кілька ріжучих дисків з 1, 2 і 3 горизонтальними ножами (рис.3 ). Максимальні значення кутів різання горизонтальних і вертикальних ножів (рис. 3, б) обиралися згідно з рекомендаціями.

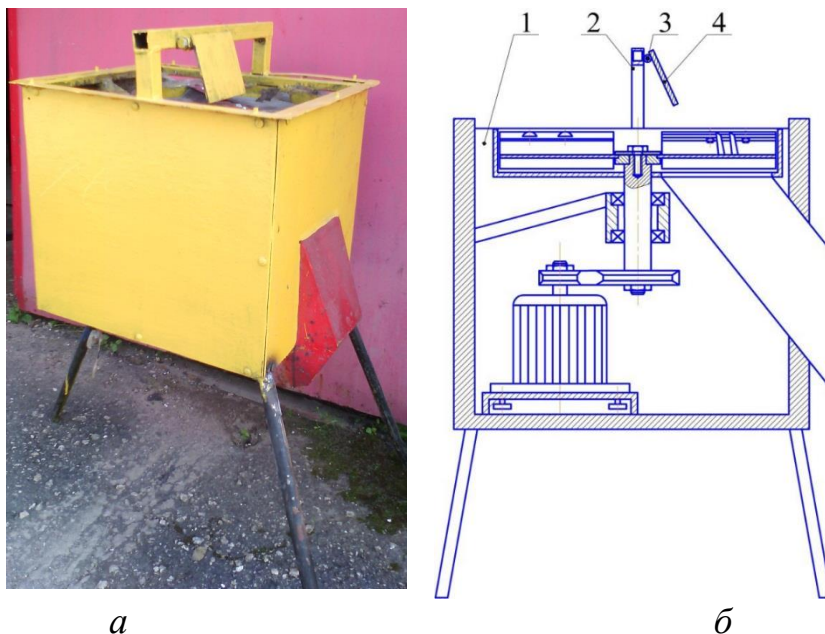


Рис. 4. Лабораторна установка для визначення сили різання та кута защемлення: а – загальний вигляд; б – схема; 1 – подрібнювач; 2 – кронштейн; 3 – шарнір; 4 – пластина.

Для вивчення процесу защемлення бульби до подрібнювача було виготовлено пристосування (рис. 4), яке складається з кронштейна 2 і з'єднаної з ним за допомогою шарніра 3 пластини 4, що імітує стінку завантажувального бункера.

УДК 536+621.1

## МЕТОДИ СУШІННЯ В ЗЕРНОСУШАРКАХ

*Сіренко Ю. В., Калнагуз О. М.*

*Сумський національний аграрний університет*

Постановка проблеми. Аналіз способів сушіння насіннєвого матеріалу в зерносушарках на підприємствах.

Аналіз останніх досліджень. Конвективний спосіб сушіння найбільш поширений для сушіння насіння різних культур. Впровадження цього

способу сушіння в сушарках вимагає розробки конструкції, технологій якісних характеристик насінневого матеріалу.

Активна поверхня зерна визначає стан зернового шару, яке знаходиться в контакті з агентом сушіння, а відповідно підвищує інтенсивність процесу сушіння. Високу інтенсивність процесу забезпечує елементарний шар та забезпечує можливість визначити на насінневі властивості матеріалу режимів сушіння.

Поверхня зерна у контакті з агентом сушіння у щільному шарі не змінюється, це пов'язано з низькою температурою теплоносія сушіння, меншу за допустиму температуру нагрівання, період сушіння позначається годинами.

Періодична зміна напрямку продування шару зерна частково усуває нерівномірність та великий період сушіння зернового шару, з використанням реверсивного продування.

Шахтні сушарки застосовують гравітаційно-рухомий щільний шар з подачею зерна через верх у сушильну камеру, а підпір знизу. Переміщення зерна в шахті з коробами повільно відбувається до 5 мм/с, шар змушений переміщуватись та розширюватись, підвищується шпаруватість його і це призводить до прискоренню сушіння зерна.

Товщина у сушарках з коробами гравітаційно-рухомого шару матеріалу становить від 100 до 250 мм та від 300 до 500 мм у сушарках із стінками з сіток. Температури агента сушки становить до 60°C, швидкість зерна до 0,5 м/с не порушуючи механічного шару.

Псевдорозрідженим станом буде стан, який нагадує киплячу рідину, коли крізь шар зерна на сітці проходить агент сушіння з певною швидкістю розрихлюючи його та інтенсивно перемішує. Це забезпечуються рівномірне нагрівання зерен окремо та їх сушіння, і процес теплообміну прискорюється, але сталою залишається швидкість під час випаровування вологи. За 3 хвилини зерно нагрівається до допустимої температури. Завдяки інтенсивному теплообміну від температури агента сушки.

Прискорюється процес сушки з підвищенням температури агента сушіння та швидше посилюється нагрівання зерна. Зростання температури агента сушіння до 140 °C призводить до зростання швидкості сушіння у 2,5 рази, а посилення нагрівання зерна - в 4 рази.

Зерновий шар може бути переведений у псевдорозріджений стан під впливом вібраційних коливань або спільною дією повітряного потоку та вібрації. Застосування вібрації дає змогу зменшити швидкість повітря нижче критичної та розрахувати витрату повітря, виходячи з необхідної кількості теплоти. Найбільше впливає на стан шару амплітуда коливань, яка для різних зернових культур становить 2...10 мм. Частоту коливань беруть у межах 20...30 Гц, щоб забезпечити прийнятну схожість насінневого матеріалу. Для підвищення вібраційного впливу на зерно використовували

вібраційні зерносушарки лоткового, спірального та барабанного типів з механічним вібробудженням [1-4].

Падаючий шар. Зерно рухається падає зверху вниз в камері нагрівання, а агент сушіння знизу вгору піднімається. Перебування зерна у камері до 2,0 с та після 8 – 2,0 с, і залежить від конструкції гальмівних елементів, висоти камери, швидкості потоку агента сушіння назустріч, біля швидкості парусності зерна (5,5...6,0 м/с). Переваги надають агенту сушіння з високою температурою від 200 до 350 °С. Зниження вологи зерна становить лише 0,3...1,0 %. В наслідок чого апарати з падаючим шаром застосовують як нагрівальні елементи зерна в комбінованих багатоканальних установках.

Завислий шар зерна забезпечується при більшій швидкості агента сушіння, ніж швидкість парусності; тепловологообмін з повітрям відбувається зі всієї поверхні матеріалу. Нагрівання та сушіння зерна відбуваються рівномірно. Зерно подають у потік агента сушіння через пневмотрубу при середній швидкості агента сушіння 22...24 м/с з тривалістю перебування зерна у пневмотрубі 1,0..1,5 с. Тому за температури агента 350...400 °С вологість зерна падає на 0,5...0,1 %. Тривалість нагрівання складає 6 с до гранично допустимої температури.

Теплопровідністю від нагрітою поверхні насінню теплота передається при кондуктивному сушінні, що обігривається парою, гарячою водою або газом. Холодне повітря поглинає водяну пару з матеріалу і виходить із сушильної камери. На швидкість сушіння впливає температура граючої поверхні та товщина шару матеріалу. Перегрівання та погіршення якості матеріалу спостерігається при додаткових втратах теплоти на нагрівання граючої поверхні.

За допомогою інфрачервоного випромінювання під час терморадіаційного сушіння підведення теплоти до зерна відбувається генераторами або сонячних променів. Шаром товщиною 100 – 150 мм укладають насіння під час природного сушіння насіння розсипають та періодично перемішують, при цьому зберігаються насіннєві властивості. Недоліком сонячного підсушування є велика трудомісткість та вплив метеорологічних умов. При використанні випромінювання густина теплового потоку на поверхні зерна у 20 – 100 разів вища, ніж при кондуктивному сушінні. Тому доцільно використовувати комбіновані методи сушіння, тому установки інфрачервоного випромінювання застосовують для попереднього нагрівання зерна [1-4].

Мета досліджень. Переваги та недоліки способів сушіння в сушарках насіннєвого матеріалу.

Результати досліджень. Найперспективнішими у зерносушінні є методи комбінованого сушіння: конвективно-кондуктивний, конвективно-контактний, радіаційно-конвективний та ін., що використовується як фактор інтенсифікації процесу.

Складовою процесу сушіння після нагрівання зерна є його охолодження. У прямоочних сушарках охолодження застосовується на кінцевій стадії сушіння, що пов'язано з необхідністю переведення зерна у рівноважний стан не тільки за вологістю та температурою, а й з метою його тривалого зберігання. Згідно з інструкцією сушіння температура зерна, що виходить із сушарки, може перевищувати температуру зовнішнього повітря не більш як на 10°C [1-4].

Висновок. Проведений аналіз факторів посилення процесу сушки в зерносушарках підприємств для сушіння різних культур. Виникає необхідність створення заходів із інтенсифікації процесу сушіння насіннєвого матеріалу. Шляхи інтенсифікації параметрів: вплив температури, швидкості та вологовмісту теплоносія, товщина шару матеріалу.

#### Список використаних джерел

1. Пазюк О. Д., Паламарчук І. П., Пазюк В. М. Вібраційні зерносушарки як спосіб інтенсифікації та економічності процесу сушіння зерна. Вібрація в техніці та технологіях. 2010. № 4(60). С. 115–122.
2. Паламарчук І. П., Пазюк О. Д., Пазюк В. М., Янович В. П. Дослідження математичної моделі вібраційної барабанної зерносушарки. Вібрація в техніці та технологіях. 2012. №4(68). С. 130–136.
3. Пазюк О. Д., Пазюк В. М., Вишневський В. М., Янович В. П. Дослідження роботи вібраційної барабанної зерносушарки. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету в сфері технічних наук. Вінниця: ВНАУ, 2015. № 1. С. 104–108.
4. Патент України на корисну модель. Вібраційна сушарка. № UA93364 UF26B9/00. Вібраційна сушарка. Янович В. П., Пазюк О. Д., Пазюк В. М., Купчук І. М. опубл. 25.09.14, бюл. №18.

УДК 631.254.7

## **ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ КОМБІНОВАНИМ ЗНАРЯДДЯМ ІЗ КОНУСНИМ РОТАЦІЙНИМ РОЗПУШУВАЧЕМ**

*Ананченко С. П., Міненко С. В.  
Поліський національний університет*

Під час обробітку ґрунту важливо визначити раціональні прийоми та технічні засоби для його здійснення. Найпоширенішим і найефективнішим видом основного обробітку ґрунту в Поволжі є оранка зі зворотом пласта.

Вона збільшує водопроникність ґрунту, якнайповніше використовуючи опади, що випадають, сприяє розвитку мікробіологічної діяльності та накопиченню поживних речовин в орному горизонті, створюючи при цьому сприятливі умови для біологічної діяльності рослин.

Однак, поряд із перевагами цього виду основного обробітку, у нього є й недоліки. Наявність звальних гребенів і розвальних борозен обмежує швидкості руху колісних тракторів на наступних операціях. Крім того, він не може протистояти дедалі більшим ерозійним процесам, переважно зумовленим техногенною природою. Зокрема, сільськогосподарські агрегати під час переміщення по полю чинять на ґрунт своїми рушіями та робочими органами ущільнювальний вплив. І якщо орний шар розущільнюється в процесі його обробітку, то на межі з підорним утворюється так звана плужна подошва. Вона значною мірою знижує міграцію вологи в горизонти, що лежать нижче, сприяє перезволоженню верхнього шару й утворенню на поверхні скупчення води у вигляді "блюдець". У процесі обробітку ґрунту та стирання його рушіями машин змінюється структурний склад. Відбувається збільшення частки пилоподібної фракції. Під дією сил гравітації, а також води дрібні частинки ґрунту міжагрегатними просторами опускаються донизу, до ущільненого горизонту, і концентруються там, остаточно забиваючи пори й утворюючи водотривкий шар. Сформована в такий спосіб плужна подошва погіршує водно-повітряний, тепловий і поживний режими, а разом із ними умови біологічної діяльності рослин. Вони значною мірою пригнічуються. значною мірою пригнічуються, знижуючи врожайність сільськогосподарських культур.

В зонах, схильних до водної та вітрової ерозії, а також на схилах, найефективнішим і найпоширенішим способом обробітку ґрунту є гладка оранка. Тож, використання оборотних плугів дає змогу частково знизити недоліки відвальної оранки звичайними плугами, бо здійснюють оранку без звальних гребенів і розвальних борозен. Але вони оснащуються двома комплектами робочих органів і гідромеханічним реверсивним пристроєм. Тому їхня конструкція складна, а металоємність збільшена майже вдвічі.

Гладку оранку за новою технологією, що передбачає повне обертання ґрунтових пластів і укладання їх у власні борозни, виконують фронтальні та лінійні плуги. Вони обладнані корпусами, розташованими на одній фронтальній лінії. Їхніми перевагами є коротка база та симетричне розташування корпусів відносно поздовжньої осі.

До переваг фронтальних плугів можна віднести: маленький габарит, низька металоємність, висока маневреність, забезпечення гладкої оранки без огріхів під час заглиблення та виглиблення, човниковий спосіб руху під час роботи. Ці переваги дають змогу застосовувати їх не тільки в ріллярстві та в садівництві, а й під час обробітку гірських схилів. Відсутність свальних

гребенів і розвальних борозен створює сприятливі умови для розробки на їхній базі комбінованих ґрунтообробних агрегатів.

Додатковим протиерозійним фактором є підвищення інфільтраційної здатності ґрунту. Завдяки чому волога швидше проникає в ґрунт і акумулюється в ньому, збільшуючи вологоємність. Досягнення цього ефекту забезпечують різні глибокородушувачі, що руйнують плужну підшву. Як найефективніший варіант запропоновано технологічний процес обробки ґрунту комбінованим знаряддям для гладкої оранки, обладнаним конусним ротаційним розпушувачем (рис. 1). Він здійснюється таким чином. У процесі руху комбінованого знаряддя дисковий ніж 3 виконує вертикальний надріз ґрунту на встановлену глибину. Потім здвоєний корпус 4, обладнаний гвинтовими відвалами, підрізає два середніх шари ґрунту, розмежовує їх за лінією надрізу дискового ножа й укладає з оборотом у різні боки на необроблену поверхню.

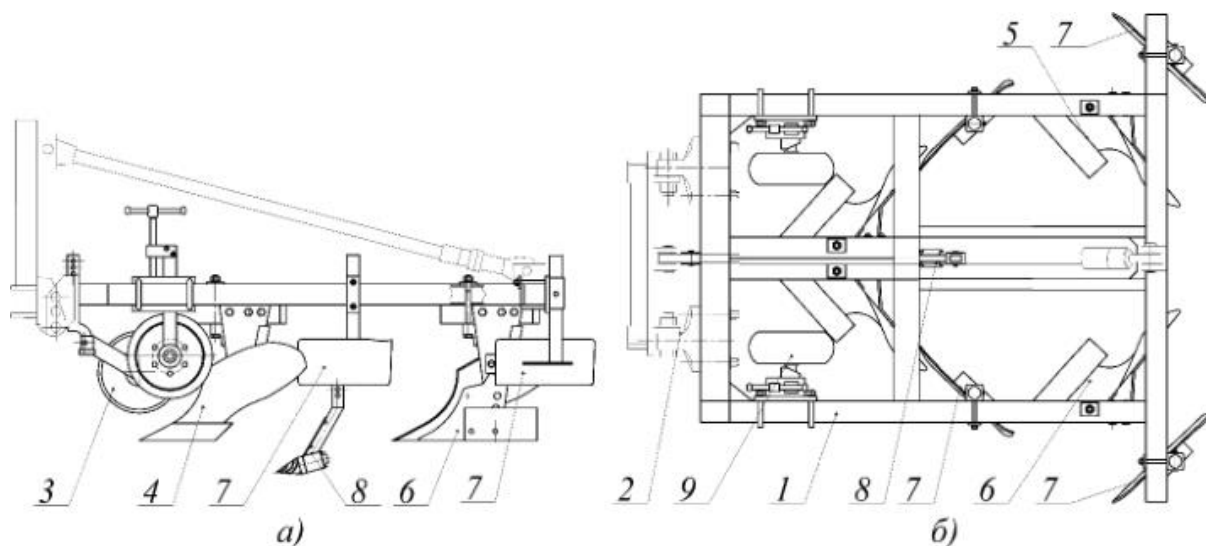


Рис. 1. Комбіноване знаряддя для протиерозійного обробки ґрунту з конусним ротаційним розпушувачем.

Розпушувач 8 переміщується борозною, відкритою здвоєними корпусами, впроваджується в ґрунт на встановлену глибину і за рахунок сил тертя робочої поверхні конуса об ґрунт обертається. Робоча поверхня конуса виконана у формі багатозахідного гвинта і забезпечує високий ступінь подрібнення ґрунту.

Під час переміщення обертового конуса ядро волочіння ґрунту не утворюється.

Це сприяє зниженню енерговитрат на обробку ґрунту за одночасного підвищення якісних показників.

Під час подальшого переміщення знаряддя зіштовхувачі 7, встановлені в першому ряду, переміщують пласти ґрунту, зрізані здвоєним корпусом, у боки поверхню поля без обороту на відстань, що дорівнює ширині



захоплення плужного корпусу. Одночасно право- і лівообертальні корпуси 5 і 6, що мають напівгвинтові відвали, підрізають і обертають крайні пласти в борозни, утворені здвоєним корпусом.

Далі, зіштовхувачі 7, розташовані в другому ряду, переміщують пласти ґрунту, зміщені раніше зіштовхувачами першого ряду у зворотному напрямку, й укладають їх у борозни, утворені після проходу право- та лівообертальних корпусів.

Ротаційний розпушувач 8 виконано у вигляді конуса з центральним кутом при вершині  $\psi$ . Така форма робочого органу сприяє гарному заглибленню його в ґрунт і високій працездатності. Розміщення розпушувача позаду здвоєного корпусу на певній відстані забезпечує якісну роботу в умовах відкритої борозни, унеможливаючи забивання і взаємодію з орним шаром ґрунту. Це сприяє зниженню тягового опору знаряддя, якіснішому розпушуванню підорного горизонту та руйнуванню плужної підшви. Для розроблення протиерозійного комбінованого знаряддя як прототип було прийнято фронтальний плуг для гладкої оранки.

Таким чином, комбіноване ґрунтообробне знаряддя забезпечує гладку оранку ґрунту з одночасним розпушуванням підорного шару і руйнуванням плужної підшви. Такий обробіток унеможливорює утворення звальних борозен і розвальних гребенів на поверхні поля, сприяє підвищенню водопроnikного ефекту ґрунту та зниженню енерговитрат на здійснення процесу.

УДК 631.53.02

## **КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ПРИСТРОЮ ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ ГАРЯЧИМ ТУМАНОМ ГУМАТІВ**

*Міненко С. В., Власюк С. В.  
Поліський національний університет*

Ефективність обробки гарячим туманом зерна залежить від часу впливу та рівномірності подачі. Рівномірність подачі здійснюється роботою дозувального пристрою і рухом зерна похилою полицею.

У процесі руху насіння в камері обробки відбувається неодноразово повторюваний процес руху насіння зернових культур похилою полицею, вільного польоту насіння, пружного удару насіння об наступну похилу полицю і подальшого руху насіння похилою площиною полиці. Під час цього руху ймовірно прискорення насіння, особливо в нижній частині камери оброблення, внаслідок чого скорочуватиметься час оброблення

насіння гарячим туманом і знижуватиметься його ефективність. Крім цього, у процесі руху насіння можливе виникнення поперечних хвиль, що можливо призводитиме до нерівномірності подачі насіння.

Для здійснення рівномірності руху насіння похилими полицями камери обробки розглянемо кілька основних етапів руху насіння: рух насіння похилою полицею; рух насіння у вільному падінні; пружний удар насіння об похилу полицю.

Пристрій передпосівної обробки насіння гарячим туманом являє собою камеру обробки, що містить похилі полиці, розташовані в ній під певним кутом, і генератор гарячого туману марки VF-150. Генератор гарячого туману складається з камери згоряння 1, усередині якої розміщено камеру обробки 2 з форсункою та свічкою запалювання. подача повітря в камеру обробки здійснюється каналами, які здійснюють підігрів повітря. У результаті згоряння палива зростає величина газової суміші, яка переходить у жарову трубу 3. Внаслідок того, що стінки жарової труби генератора омиваються, повітря нагрівається і переходить у вихідне сопло 6. Наприкінці жарової труби стоїть диспергувальний пристрій 4, він є ежектором із конічними стінками. Конічні стінки та стінки жарової труби утворюють ще одну трубчасту камеру для теплообміну рідини з топковими газами.

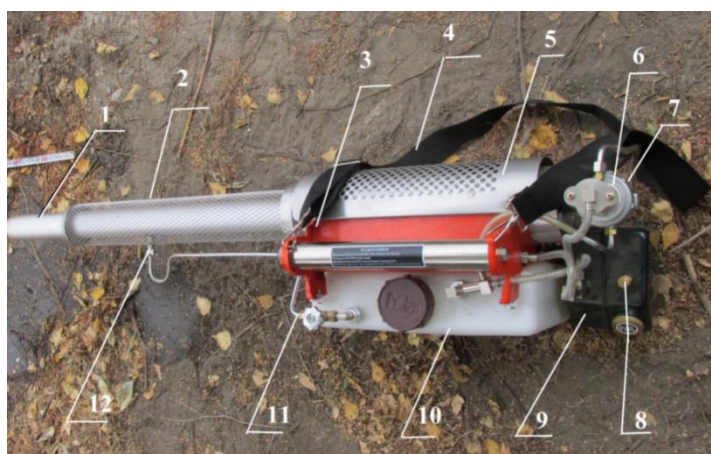


Рис. 1 – Загальний вигляд генератора гарячого туману: 1 – внутрішня труба охолодження; 2 – захисна сітка; 3 – металева рама; 4 – плечовий ремінь; 5 – кришка корпусу; 6 – випускний отвір; 7 – насос; 8 – повітряний клапан; 9 – паливний резервуар; 10 – резервуар для дезінфікуючого розчину; 11 – кульовий клапан; 12 – пристрій, для диспергування.

Розпилювачі 5 знаходяться в диспергувальному пристрої, вони розміщені по спіралі і мають певний кут для виникнення завихрень потоку топкових газів. У результаті нагрівання робочої рідини виникають оптимальні умови для диспергування (утворення гарячого туману). Унаслідок різниці температур гарячого туману та оброблюваної поверхні

насіння відбувається фазовий перехід і конденсація гарячого туману гумату, що позитивно впливає на адгезію розчину з оброблюваної поверхні насінини. Висока адгезія розчину гуматів з поверхнею насіння сприяє утворенню плівки гуматів на поверхні насіння.

Умови появи гарячого туману і його дисперсність залежать від таких чинників: теплові втрати в навколишнє середовище; температури розчину гуматів; кількість теплоти, що виділяється під час згоряння палива.

Загальний вигляд генератора гарячого туману представлено на рисунку 1. Під час досліджень визначався розподіл робочих температур у хмарі гарячого туману. Також у процесі дослідження встановлювався нагрів поверхні насіння для визначення умов появи плівок конденсату. Внаслідок високої вологості гарячого туману та різниці температур оброблюваного насіння і гарячого туману виникають умови для появи точки роси. У результаті, аналізуючи нагрівання оброблюваного насіння до і після обробки за зростанням температури, ми можемо бачити, на яких ділянках оброблюваної поверхні насіння вийшла міцна плівка з гарячого туману гумату. Що більшим є нагрівання оброблюваної поверхні насіння, то значнішою буде товщина плівки гумату. Загальний вигляд пристрою для обробки насіння гарячим туманом, представлений на рис. 2.

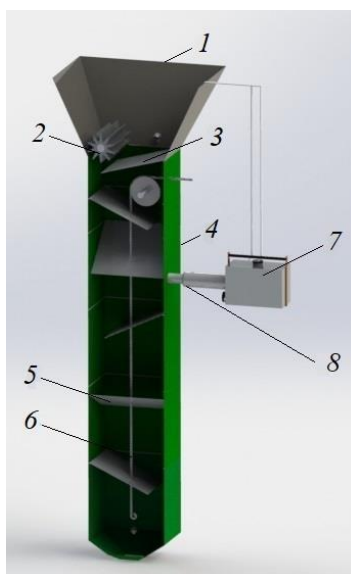


Рис. 2 – Схема пристрою для обробки насіння гарячим туманом: 1 – бункер для насіння; 2 – дозувальний апарат із приводним ребристим валиком; 3 – рухоме днище; 4 – камера обробки; 5 – похилі полиці; 6 – тросово-барабанний механізм; 7 – аерозольний генератор; 8 – сопло.

Пристрій встановлюється під бункером. Під час вивантаження насіння з бункера починає працювати генератор гарячого туману, під час зсипання насіння похилими полицями здійснюється обробка гарячим туманом гуматів температурою 50...60°C, внаслідок різниці температур холоднішого

насіння температури до 30°C відбувається фазовий перехід гарячого туману в рідину на поверхні насіння, в результаті чого утворюється тонка рівномірна плівка на поверхні зерна. У результаті багаторазового контакту пари з насінням під час пересипання насіння з полиці на полицю ефективність обробки зростає. Так само при високій температурі пари здійснюється теплова обробка насіння, яка викликає активацію фізіологічних процесів насіння і сприяє подальшому випаровуванню води з поверхні насіння, що знижує зволоження під час обробки.

УДК 664.765

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА УСТАНОВКА ПЕРІОДИЧНОЇ ДІЇ ДЛЯ ПРОРОЩУВАННЯ ЗЕРНА

*Міненко С. В., Гоменюк О. Ю.  
Поліський національний університет*

Пророщувати можна зерна різних зернових і зернобобових культур. Для кожного сорту зерна необхідно визначити оптимальні режимні параметри, які отримують на основі експериментів.

Як досліджувані чинники впливу розглядалися: висота шару зерна, час між двома суміжними замочуваннями; температура води; освітленість.

Дослідження проводилися відповідно до плану повного багатofакторного експерименту за фіксованих значень часу між двома суміжними замочуваннями.

Під час пророщування зерен у чашках Петрі їх поміщали у воду, а через деякий час витягували з води. При цьому виникали труднощі в нічний час і у вихідні з "плановим" поміщенням зерен у воду і витяганням зерен із води. У зв'язку з цим виникає питання про величину похибки отриманої інформації.

Для проведення досліджень було розроблено установку, що дає змогу повністю механізувати й автоматизувати процес пророщування зерна на вітамінний корм. Схему експериментальної установки показано на рис. 1. Загальний вигляд лабораторної установки представлено на рис. 3.

Пристрій (схема) (рис. 2) для автоматизації способу пророщування зерна складається з реле часу 7 (рис. 1), теплового реле 30, вимірювача-регулятора 31, датчика температури 33, кінцевих вимикачів кнопкового типу 24 (рис. 1, 2) та важеля типу 16 (рис. 1, 2), трубчастого електронагрівача 34, світлового індикатора 3 (рис. 2), чотириполюсного вимикача 2, однополюсного вимикача 5, двох тумблерів 6, 29, двох

контакторів 10, 23, котушок 9, 22, контактів 8, 19, 21, 27 і мотора-редуктора 11 (рис. 1, 2). Після заповнення зерном ємності 1 (рис. 1) вмикають чотириполюсний вимикач 2 (рис. 2). При цьому загоряється світловий індикатор 3 (рис. 2). На пульті керування 4 вмикають однополюсний вимикач 5 (рис. 2). Встановлюють тумблер 6 для роботи в автоматичному режимі. Вмикають реле часу 7 (рис. 1). За допомогою контактів 8 (рис. 2) подають напругу на котушку 9. При цьому замикається контактор 10 (рис. 2) і мотор-редуктор 11 (рис. 1, 2) працює на опускання.

За допомогою мотора-редуктора 11 (рис. 1, 2) обертають котушку 12 (рис. 1), тим самим розмотують центральний трос 13. При цьому центральним тросом 13 опускають рамку 14 разом із ємністю 1, заповненою зерном, у ванну 15.

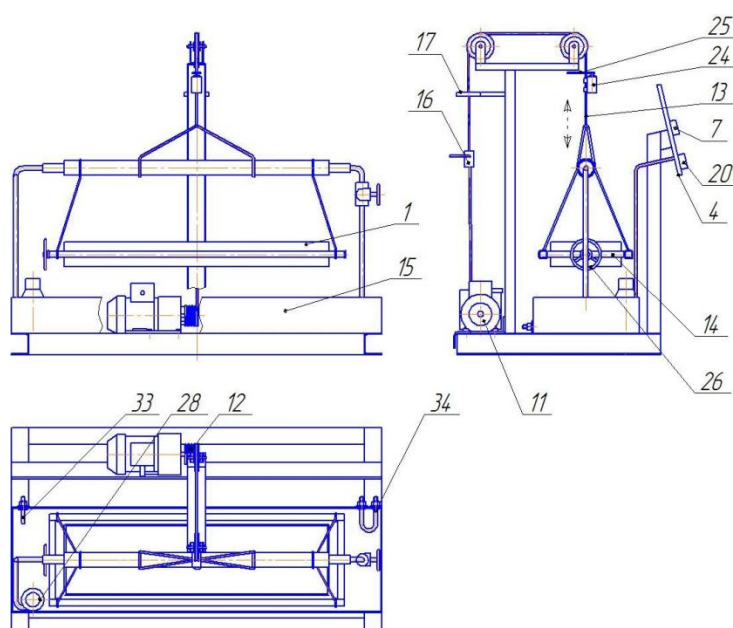


Рис. 1. Установка для пророщування зерна: 1 – ємність; 4 – пульт керування; 7 – реле часу; 11 – мотор-редуктор; 12 – котушка; 13 – трос центральний; 14 – рамка; 15 – ванна; 16 – вимикач кінцевий (типу важеля); 17 – кільце; 24 – вимикач кінцевий (кнопкового типу); 20 – барботер; 25 – пластина підпружинена; 26 – маховик; 28 – насос; 33 – датчик температури; 34 – трубчастий електронагрівач ТЕН.

Опускання ємності 1 відбувається доти, доки важіль кінцевого вимикача 16 (рис. 1, 2) (типу важеля) не відхиляється від торкання кільця 17 (рис. 1). При цьому мотор-редуктор 11 (рис. 1, 2) вмикається. Реле часу 7 контактами 19 (рис. 2) вмикає і вмикає барботер 20 (рис. 1, 2).

При піднятому положенні ємності (рис. 1) реле часу 7 через контакти 27 (рис. 2) вмикає і вмикає насос 28 (рис. 1, 2). Насос 28 працює циклічно. Час увімкнення насоса становить 4-5 хв. Час вимкнення насоса 1,5 – 1,6 год. Потім цикл повторюється. Для увімкнення ручного режиму роботи

пристрою необхідно перевести тумблер 6 (рис. 2) у ручний режим. Тумблером 29 здійснюють примусовий підйом і опускання ємності.

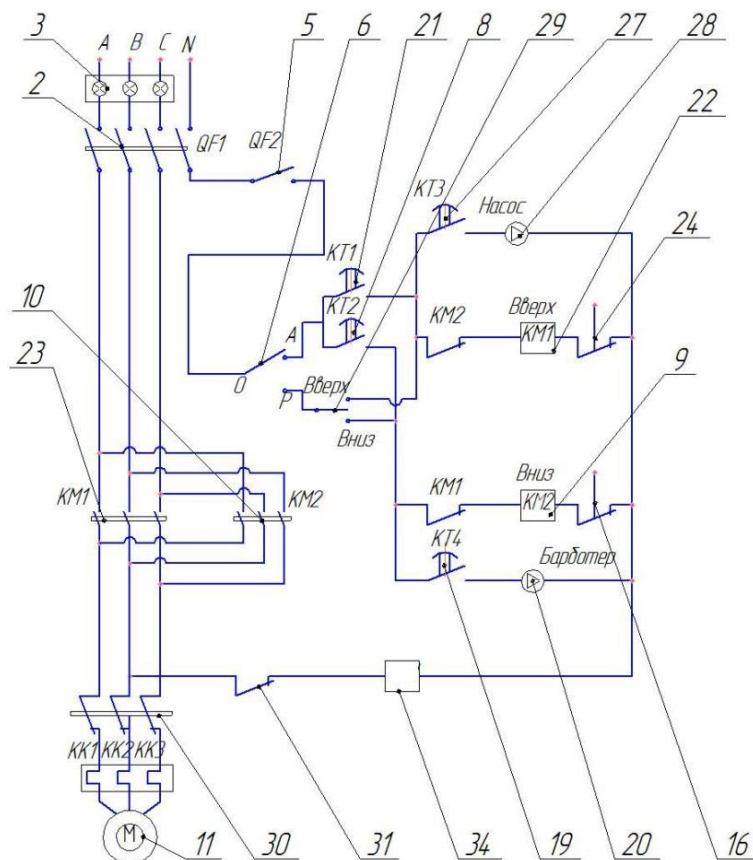


Рис. 2. Схема автоматизації пристрою для пророщування насіння: 2 – вимикач чотирифазний; 3 – індикатор світловий; 5 – вимикач однополюсний; 6, 29 – тумблер; 8, 21, 19, 27 – контакти; 9, 22 – котушка; 10, 23 – контактор; 11 – мотор-редуктор; 16, 24 – кінцевий вимикач; 20 – барботер; 28 – насос; 30 – реле теплове; 31 – вимірювач-регулятор; 34 – ТЕН.

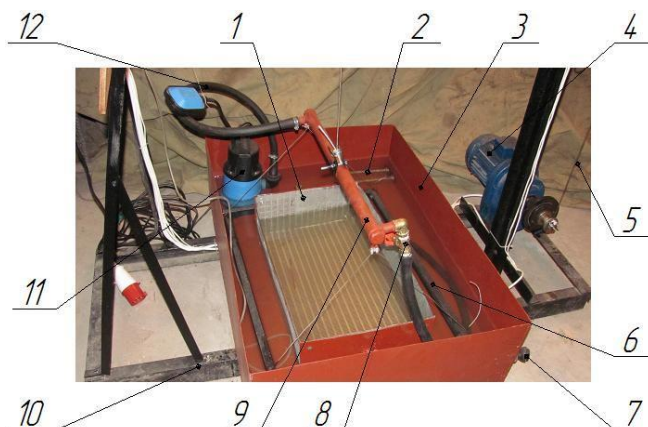


Рис. 3. Загальний вигляд лабораторної установки для пророщування зерна: 1 – ємність; 2 – трубчастий електронагрівач; 3 – ванна; 4 – мотор-редуктор; 5 – трос центральний; 6 – рамка; 7 – датчик температури; 8 – кран; 9 – труба з отворами; 10 – рама; 11 – насос; 12 – шланг.



За допомогою маховика 26 (рис. 1) повертають ємність у рамці 14 на 1800, при цьому пророщене зерно під дією сил гравітації переміщується з ємності (рис. 1) далі по технологічній лінії.

Установка дає змогу механізувати й автоматизувати такі технологічні операції: замочування зерна, барботування повітрям зерен, які перебувають у воді, вилучення зерен із води, зрошення водою зерен на повітрі.

Запропонований пристрій забезпечує механізацію та автоматизацію зміни режимних параметрів під час пророщування зерна для визначення оптимальних значень після статистичної обробки.

УДК 631.331

## **ОБҐРУНТУВАННЯ РЕЖИМУ СУШІННЯ НАСІННЯ В ПРОЦЕСІ ПОШАРОВОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ**

*Ратушний В. В., Вітрух П. І., Косовець Ю. В.*

*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН  
Онищенко В. Б.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Постановка проблеми. Застосування технологій передпосівної обробки насіння сільськогосподарських культур композицією захисно-стимулювально-живильних препаратів найефективніше проявляється за пошарової обробки насіння, яка реалізуються за індивідуальними для кожного типу насіння рецептами, із використанням фунгіцидів, інсектицидів, мікроелементів, стимуляторів росту, біопрепаратів, інокулянтів, вапняних матеріалів, тощо. Провідні фірми світу пропонують новітні технології пошарової обробки насіння як альтернативу традиційній технології обробки насіння, за якої протруювання здійснюється робочою сумішшю всіх компонентів одночасно. Створені в процесі пошарової обробки на кожній насініні захисно-стимулювально-живильні оболонки забезпечують високі посівні якості насіння, завдяки чому досягається вища технічна ефективність проти збудників хвороб та екологічна безпека довкілля.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Технологічні та технічні рішення для пошарового нанесення захисно-стимулювально-живильних препаратів на насіння сільськогосподарських культур переважно ґрунтується на використанні робочих органів ротаційних протруювачів порційної дії [1]. Перевагами такої обробки насіння є простота точного дозування насіння і препарату, висока якість обробки насіння препаратом, відсутність травмування насіння, універсальність щодо обробки насіння

різних культур та самоочищення змішувальної камери. Крім того, такі технічні засоби забезпечують дозування як рідких, так і порошковидних хімічних препаратів безпосередньо в змішувальну камеру, завдяки чому відпадає необхідність у місткостях для попереднього їх змішування.

Мета досліджень. Підвищення якості обробки насіння завдяки обґрунтуванню параметрів сушіння в процесі пошарового нанесення захисних препаратів.

Результати досліджень. Нами запропонована схема технічного рішення для формування захисно-стимулювально-живильних оболонок на насінні сільськогосподарських культур з використанням камери обробки насіння ротаційних протруювачів порційної дії із встановленим у камері вертикальним ротором із чашоподібним робочим органом, на який подається насіння та компоненти хімічних препаратів, що послідовно наносяться на насіння.

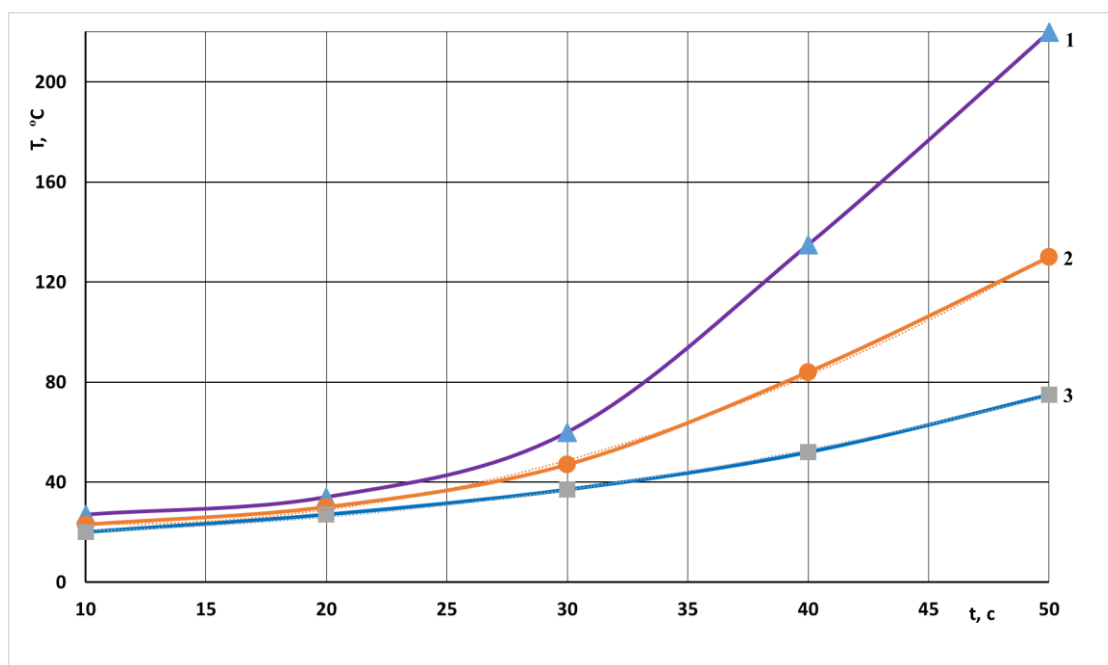


Рис. 1. Залежність температури сушильного агента від часу нагрівання та відстані від випускного вікна теплогенератора до ротора: 1,2,3 – відстань від випускного вікна: 3; 6; 9 см, відповідно

У відповідності із розробленою схемою виготовлено експериментальну установку для дослідження процесу сушіння насіння при пошаровій обробці насіння, яка включає в себе камеру обробки насіння у вигляді нерухомого корпусу циліндричної форми, в якій розміщений ротор діаметром 0,4 м. Для підсушування насіння після його перемішування із рідким препаратом у верхній частині камери обробки насіння встановлено теплогенератор потужністю 1,8 кВт за подачі сушильного агента  $0,45 \text{ м}^3/\text{хв}$ . В корпусі також встановлено датчик температури із дисплеєм для



відображення робочої температури сушильного агента, який подається від теплогенератора.

У процесі експериментальних досліджень сушіння насіння при пошаровій його обробці враховували такі фактори: маса порції насіння, подача та температура сушильного агента.

За даними експериментальних досліджень побудовано графічні залежності температури сушильного агента від часу нагрівання та відстані від випускного вікна теплогенератора (рис. 1), а також часу сушіння насіння від маси його порції (рис. 2).

З аналізу експериментальних залежностей температури сушильного агента від часу нагрівання та відстані від випускного вікна теплогенератора до ротора (рис. 1) встановлено, що для забезпечення робочого процесу сушіння насіння при пошаровій його обробці температура сушильного агента до 120 °С в камері обробки насіння в зоні взаємодії потоків насіння та препаратів досягається за час від 38 с до 48 с за відстані від випускного вікна теплогенератора до ротора від 3 см до 6 см.

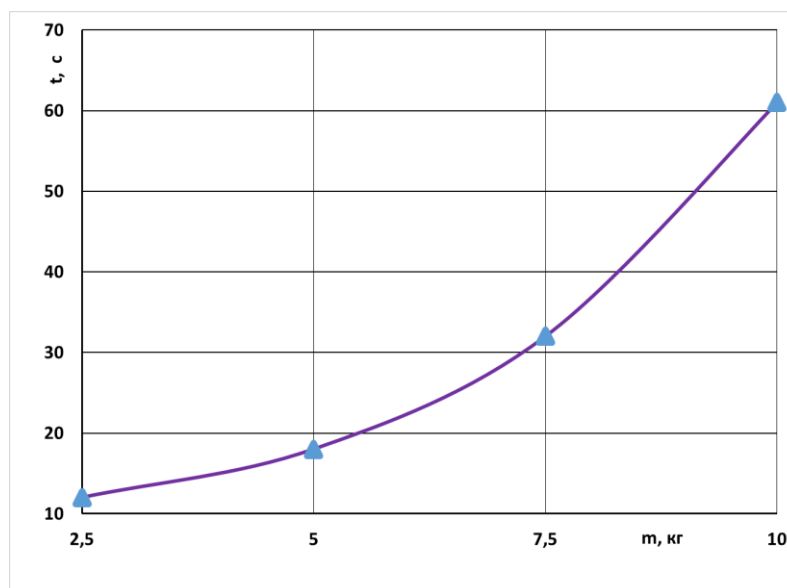


Рис. 2. Залежність часу сушіння насіння від маси його порції

Із аналізу графічної залежності часу сушіння насіння від маси його порції (рис. 2) витікає висновок про суттєве зростання часу сушіння насіння при збільшенні маси його порції, що впливає на тривалість циклу пошарової обробки насіння, а, відповідно, і продуктивність цього процесу. З цієї точки зору є прийнятним час сушіння насіння у 30 с, за який може обробитися порція насіння масою до 7 кг.

Висновки. За даними експериментальних досліджень отримано графічні залежності температури сушильного агента, який взаємодіє з насінням, від часу нагрівання та відстані від випускного вікна теплогенератора до ротора. Встановлено, що робоча температура

сушильного агента до 120 °С в камері обробки насіння в зоні взаємодії потоків насіння та препаратів досягається за час від 38 с до 48 с за відстані від випускного вікна теплогенератора до ротора від 3 см до 6 см.

Отримано експериментальну залежність часу сушіння насіння від маси його порції та встановлено, що час сушіння насіння суттєво зростає за збільшення маси його порції. З точки зору продуктивності пошарової обробки насіння є прийнятним час сушіння насіння у 30 с, за який може обробитися порція насіння масою до 7 кг.

Список використаних джерел

1. Ратушний В. В., Лисанюк В. Г., Маранда С. О., Косовець Ю. В. Обґрунтування структурно-функціональної схеми та продуктивності ротаційного протруювача періодичної дії для пошарової обробки насіння. Механізація та електрифікація сільського господарства : загальнодержавний зб. / ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2021. Вип. № 14 (113). С. 30–36.

УДК 631.3.06.001.66

## **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ СІВАЛКИ MF 9108VE НА ВРОЖАЙНІСТЬ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СОНЯШНИКУ**

*Онищенко Б. В., Онищенко В. Б.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Посів є дуже важливою технологічною операцією оскільки помилки під час її проведення майже не можливо виправити, а вплив на врожайність є колосальний. Посів соняшнику зазвичай проводять при дозрілому ґрунті з температурою не менше 10°С і мінімальною вологістю 30% [1]. Для отримання якісного результату дуже важливо правильно налаштувати техніку. Якщо сівалка налаштована невірно то виправити ці помилки не можливо. Ми сіємо тисячі насінин на гектар і якщо ми неправильно встановили глибину посіву, притискне зусилля на секцію або не досягнемо бажаної сингуляції виправити ці помилки на сотнях і тисячах гектарів не реально [2].

Мета досліджень: вплив притискного зусилля на посівну секцію, глибини посіву, сингуляції та швидкості посіву на проростання та врожайність соняшнику.

Глибина посіву має надважливе значення при проведенні технологічної операції посіву соняшнику, оскільки при посів на малій

глибині призводить до неймовірних втрат врожаю, тому що вологість ґрунту не була достатньою. Посів на великій глибині призводить до втрати енергії проростання і як наслідок втрати врожаю. Проведено дослідження посіву на глибині 3,8 см, 5 см та 7,6 см за допомогою сівалки MF 9108VE (рис. 1) [3].



Рис. 1. Загальний вид сівалки MF 9108VE з трактором MF 7722 для проведення експериментальних досліджень.

Притискне зусилля на секцію сівалки має також важливе значення при посіві, оскільки недостатнє притискне зусилля призводить до втрати глибини посіву, посів в гурт з низькою вологістю і втрати врожаю. Посів з надмірним притискним зусиллям призводить до переущільнення прикореневої зони і як наслідок втрати врожаю. Проведено дослідження посіву з притискним зусиллям на секцію сівалки за допомогою системи Delta Force від компанії Precision Planting (Рис. 2) [4]. Система налаштовувалась на режим притискання - 200 кг, - 20 кг, та працювала в автоматичному режимі (дотримуючись сили контакту опорних коліс секції з ґрунтом на рівні 50 кг).



Рис. 2. Секція сівалки MF 9108VE з сенсором системи Delta Force у лівому верхньому куті.

Двійники та пропуски також впливають на врожайність соняшнику. Тому дослідження сингуляції є вкрай важливе. Оскільки при виникненні двійника існує конкуренція між рослинами, стрес і падіння врожаю. Пропуски спричиняють зменшення норми висіву тим самим зменшуючи кількість головок соняшнику в ряду і знижуючи врожайність. Проведено дослідження посіву з сингуляцією 79,22% та контрольна ділянка з сингуляцією 96,05 %.

Швидкість посіву має одне з вирішальних впливів на продуктивність сівалки. В період весняної посівної компанії кожне господарство прагне посіяти в вологий ґрунт і використати максимальну продуктивність сівалки. Проведено дослідження впливу швидкості посіву на якість посіву і врожайність соняшнику. На стандартній комплектації сівалки MF 9108VE з звичайною висівною трубкою в секції було досліджено вплив швидкості посіву 8 та 12 км/год на врожайність.

Після проведення посівної компанії, внесення всіх засобів захисту і живлення проведено збір урожаю за допомогою комбайна MF 7370 Beta. Кожну ділянку збирали окремо, зажували на вагах і брали декілька відборів для встановлення вологості зерна. Після визначення вологості урожайність перераховували на стандартну вологість 8%.[5]

Висновок. Базуючись на результатах дослідження сівалки MF 9108VE з системою Delta Force від компанії Precision Planting можна рекомендувати наступні режими роботи: глибина посіву - 5 см, швидкість посіву 12 км/год, робота системи Delta Force в автоматичному режимі з силою контакту опорних коліс секції з ґрунтом 50 кг, сингуляція на рівні 96 %. Такі налаштування сівалки дозволять підняти врожайність до 0,4 т/га.

#### Список використаних джерел

1. Sunflower Production Guide. Edited and compiled by Hans Kandel, Greg Endres and Ryan Buetow. North Dakota Agricultural Experiment Station and North Dakota State University Extension. A1995 (December 2020).

2. 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.

3. Operators manual for MF 9108VE planters from Massey Ferguson. © AGCO Corporation 2017 | 02/17 | 700208464 A Rev.

4. DeltaForce Operator's Guide For Gen 3 20|20 Displays by Precision Planting company [online] [10.02.2022] Available at: <https://cloud.precisionplanting.com/products/#product-19>.

5. BEGINNING EXCEL. Barbara Lave, Diane Shingledecker, Julie Romey, Noreen Brown, & Mary Schatz. Portland Community College 2021.

УДК 631.3

## ПРОЦЕС ЗАГОТІВЛІ СІНА В РУЛОНАХ АКТИВНИМ ВЕНТИЛЮВАННЯМ

*Кузьменко В. Ф.*

*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН  
Онищенко В. Б., Онищенко Б. В.*

*Національний університет біоресурсів та природокористування України*

Постановка проблеми. Заготівля сіна, стебел льону та коноплі передбачають отримання продукту в сухому вигляді. На сьогодні технологічні процеси збирання передбачають використання рулонних чи великопакових прес-підбирачів. Погодні умови не завжди дозволяють гарантовано забезпечити необхідну для зберігання вологість сировини.

Технологія годівлі ВРХ дозволяє заміну частини сіна на сінаж в раціонах. Це привело до появи процесу заготівлі стеблових кормів в рулонах, загорнутих в плівку [1]. Однак це не знімає необхідності заготовляти якісне сіно, оскільки воно потрібне для виробництва окремих сортів твердих сирів, годівлі телят.

Досушування сировини в рулонах чи тюках (природне чи активним вентиляванням) пов'язане з проблемою, викликану підвищенням щільності і, відповідно, утрудненням повітрообміну в центральній частині рулонів.

Аналіз останніх досліджень. Полегшити доступ повітря до центральної частини рулону, скоротити час сушіння можливо за рахунок формування радіальних каналів в ньому [2]. Аналіз можливості механізованого формування каналів в рулонах [3] показав необхідність введення в технологічний процес заготівлі додаткової операції, і відповідно, спеціалізованого технічного засобу. Це все ускладнює технологічний процес, здорожчує отримувану продукцію. Відомі способи формування осьового каналу при досушуванні льону, коноплі, однак вони передбачають потребу в жорстких перфорованих осердях, на які примусово із зусиллям насаджуються вподовж осі рулони перед сушінням, тобто потребують додаткових технічних засобів, збільшують металомісткість обладнання для сушіння.

Нами запропоновано спосіб утворення осьового каналу одночасно з формуванням рулону [4] та прес-підбирач для його реалізації. Для реалізації запропонованого способу потребується вдосконалення рулонного прес-підбирача, технологічний процес заготівлі сіна не змінюється, продуктивність прес-підбирача не зменшується.

Мета досліджень. Експериментальне підтвердження можливості формування отвору по осі рулону, описання особливостей процесу заготівлі

сіна в рулонах з досушуванням їх активним вентиляванням в радіальному напрямку від центра до периферії.

Результати досліджень. Технологічний процес заготівлі сіна активним вентиляванням, і особливо його польова частина залишаються незмінними. Вона включає операції скошування трави, початкового сушіння її в польових умовах (пров'ялювання), формування рулонів, перевезення рулонів до місця досушування. Відмінність в цій частині полягає у формуванні рулонів – останні формуються з осьовим каналом за допомогою преса, особливості конструкції якого наведено в [4].

На стаціонарі після перевезення рулонів з поля до місця досушування відбувається укладання їх на вентиляційну систему, досушування до кондиційної вологості та складування на місці зберігання. Схема вентиляційної системи, спосіб укладання рулонів наведено на рисунку 1.

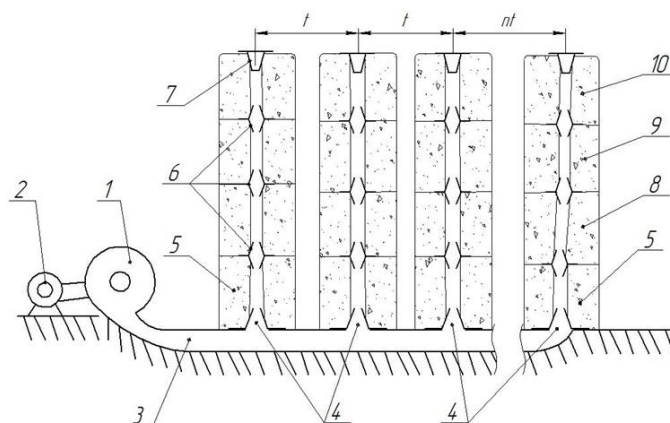


Рис. 1. Загальна схема укладання рулонів на вентиляційній системі для їх досушування. 1, 2 – вентилятор та його електроприводом, 3 – канал в ґрунті, 4 – направляючі нижні, 5, 8, 9, 10 – рулони, 6 – направляюча проміжна, 7 – направляюча непрохідна.



Рис. 2. Рулони з осердями різних діаметрів.

Як представлено на рисунку 1 рулони вкладаються торцевою поверхнею на отвір вентиляційної системи по 3-5 штук один на іншому. Для співпадання осьових каналів рулонів і отворів вентиляційної системи подачі



повітря використовуються направляючі. Верхній рулон 10 закривається пробкою.

Для перевірки можливості формування отвору по осі рулону використовувалися циліндричні каналотворювачі – осердя діаметром 200, 350, 500 мм.

Після вивантаження рулону в камеру пресу по її осі закладалося осердя необхідного діаметру, задня кришка пресу закривалася і розпочиналося формування рулону. Після вивантаження рулону осердя з нього виймалося, а на його місці утворювався канал.

Зусилля виймання каналотворювача залежить від його діаметра і сягає 2000 Н за діаметру 500 мм. З часом за горизонтального розташування рулону канал дещо деформується, стає овальним. Стійкість каналу більша за меншого його діаметру, меншої вологості сировини та більшої щільності рулону. Найбільше деформують канал зусилля що виникають при його вантаженні, перевезенні в горизонтальному положенні. Рулони з каналами слід перевозити у вертикальному положенні. Проведено попередні дослідження пасивного досушування рулонів.

Висновки. Основною особливістю технологічного процесу заготівлі сіна в рулонах активним вентиляванням є формування рулону на осерді розташованому по його осі. Після витягання осердя в рулоні утворюється осьовий канал.

В польових умовах підтверджена можливість формування осьового каналу та його стійкість в межах від 0,15 до 0,50 м. Зусилля витягування осердя збільшується з ростом його діаметра і сягає 2 кН за діаметра 0,50 м.

На інтенсивність пасивного досушування розмір отвору впливає незначно. Рулони початковою вологістю 20,7 - 24,9 % та масою 138 - 156 кг з отвором 500 мм за 10 діб зменшили вагу на 3,2 - 3,5 %, тоді як рулони з отворами 200, 350 мм та без отворів (контроль) – на 2,7 - 3,2 %.

#### Список використаних джерел

1. Використання плівкових рукавів для зберігання стеблових кормів та зерна / за ред. Присяжнюка М.В. та Петриченка В.Ф. К., Аграрна наука, 2013, 95 с., іл.

2. Патент України на корисну модель № 65033, А23К3/02. Спосіб зберігання сіна в рулонах / М.Ф. Кулик, В.Ф. Петриченко, Г.М. Колесник, А.І. Герасимчук та ін.; Інститут кормів НААН. Обуп. 25.11.2011, бюл. № 22. 2011.

3. Кузьменко В. Ф., Ямпольський С. М., Максименко В. В. Зменшення корисного об'єму рулону при формуванні в ньому отворів. с. 120-122. Збірник тез доповідей XIX Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" (17–19 жовтня 2018 року) / МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ. 2018. 326 с.

4. Патент на винахід № 118886, Україна, МПК(2018.01), кл.<sup>7</sup> А01 F 15/07, А01 F 55/08. Спосіб формування рулону та прес-підбирач рулонний з пристроєм для формування отвору по осі рулону Кузьменко В.Ф., Максименко В.В., Ямпольський С.М., Толстушко М.М., Толстушко Н.М., Жуков В.П. (Україна), № а2017 01524, заявл. 17.02.2017, опубл.25.03.2019, бюл. №6.

УДК 633.522

## **КАТОК ПОДРІБНЮВАЧ МУЛЬЧУВАЛЬНИК**

*Пономаренко Н. О., Коновий А. В., Лепеть Є. І.  
Дніпровський державний аграрно-економічний університет*

Постановка проблеми. Формування шару мульчі являє собою ефективний прийом покращення агрофізичних властивостей ґрунту, як то пористість, щільність, протиерозійна стійкість, тепловий, мікробіологічний та поживний режими [1]. Технологія формування передбачає подрібнення зеленої маси, що знаходиться на поверхні плантації, часткове заорювання і перемішування подрібненої маси. На сучасному етапі каток-подрібнювач є найбільш ефективною машиною, що виконує наведені механічні операції. Конструктивно всі види машин об'єднані одним технічним рішенням: барабан у підшипникових опорах з закріпленими радіально по периметру ріжучими пластинами-ножами. В залежності від діаметру барабана катки поділяють на такі що працюють по агрофону грубостеблових і трав'янистих культур. За принципом дії, ножі катків виконують рубляче різання, що в більшості випадків потребує попереднього укладання зеленої маси на поверхню поля. Ножі катків за правило мають прямолінійне лезо, бо конструкція не передбачає різання з ковзанням. Основний недолік конструкції полягає в тому, що ножі взаємодіють тільки з рослинними залишками, що знаходяться на рівні, або вище денної поверхні. Коренева система лишається практично незайманою.

Аналіз останніх досліджень. Оглядом літературних джерел і рекламних проспектів фірм-виробників відмічено ряд відмінних конструктивних рішень. Розглянемо найбільш характерні. Перш за все необхідно відмітити, що катки можуть бути ріжучої, і зминаючої дії [2, 3]. Окрім того в роботі [4] була запропонована конструкція підкопуючої дії, побудованої на основі аналізу технологічного процесу, що виконує звичайна садова лопата.



Мета дослідження: покращення якісних показників формування шару мульчі.

Результати досліджень. В запропонованій конструкції катка-подрібнювача мульчувальника передбачено дві групи ножів (рис.1 ). Технологічний процес виконується наступним чином. В процесі поступового руху барабан 3 перекочується по денній поверхні ґрунту. Вузькі рублячі ножі 2 забезпечують подрібнення рослинних решток на поверхні поля і одночасно виконують роль ґрунтозацепів. Чим забезпечують гарантоване обертання барабану довкола осі. Підкопуючі ножі 1 відділяють від загального масиву призму ґрунту і потім в процесі обертання укладають її на поверхню, перемішуючи рослинні рештки з ґрунтом.

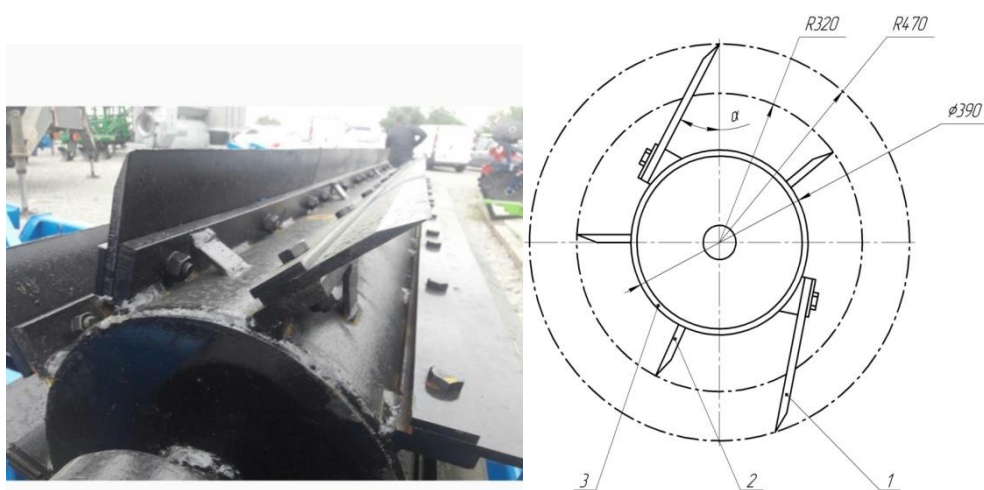


Рис. 1. Каток подрібнювач мульчувальник.

#### Список використаних джерел

1. Цилорик Я. Поверхневий обробіток і рослинні рештки / Електронний ресурс/URL: <https://www.zerno-ua.com/journal/2019/may-2019-god/poverhneviy-obrobitok-i-roslinni-reshtki>.
2. Сало В. М. Вплив параметрів барабана для подрібнення рослинних решток на надійність протікання технологічного процесу. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин : загальнодерж. міжвід. наук.-техн. зб. Кропивницький : ЦНТУ, 2021. Вип. 51. С. 70–77.
3. Богатирьов Д. В. Аналіз господарських випробовувань котка-подрібнювача рослинних решток соняшника. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: загальнодерж. міжвід. наук.-техн. зб. КНТУ, 2013. Вип. 43. С. 12–17.
4. Коновий А. В., Волик Б. А. Обґрунтування конструкції катка-подрібнювача для роботи по агрофону рослинних решток грубостеблових культур. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали I Міжнар. наук.-практ. Інтернет-

конференції. Мелітополь, 01-24 квітня 2020 р. ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 167–171.

УКД 628.161

## РОЗРОБКА МЕТОДУ ОЧИСТКИ ВОДИ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ

*Савченко В. М., Желудько О. В.  
Поліський національний університет*

Дослідження зі зниження вмісту солей підземних і поверхневих вод проводили в лабораторних умовах із використанням х глин місцевих родовищ.

Методика проведення досліджень: зразки глини подрібнювали, розсівали (на фракції 0,1 – 1,2 мм, 1,2 – 3,0 мм), фіксовані наважки (1 г фракції 0,1 – 1,2 мм) поміщали в склянки № 1 – № 7, куди вливали:

- 100 мл дистилляту (№ 1),
- 100 мл водопровідної води (№ 2),
- 100 мл підземної води зі свердловини водопою овець (№ 3),
- 10 мл 0,1 N  $\text{H}_3\text{PO}_4$  для активації та 90 мл дистилляту (№ 4),
- 10 мл 0,1 N  $\text{HCl}$  для активації та 90 мл дистилляту (№ 5),
- 10 мл 0,1 N  $\text{H}_2\text{SO}_4$  для активації та 90 мл дистилляту (№ 6),
- 10 мл 0,1 N  $\text{H}_3\text{PO}_4$  та 90 мл підземної води зі свердловини водопою овець (№ 7) [48].

Отримані розчини механічно перемішували кожні 5 хв (рис. 1). Контроль вмісту солі проводили за електропровідністю рідин (mS) через 30 хвилин (табл. 1).

Початковий вміст солі у воді, мг/л: дистильованої – 5; водопровідної – 1680; зі свердловини підземної води – 17800.



Рис. 1. Процес перемішування зразків в дослідах.

З аналізу даних таблиці 1 випливає, що в пробах із додаванням кислот вміст солі у кілька разів більший, ніж в інших, тобто відбулося модифікування пор глини. Ці зміни виражаються в значному руйнуванні октаедричних шарів, внаслідок розчинення оксидів алюмінію, магнію та заліза.

Отримані дані вказують на принципову можливість використання місцевих глин для обробки вод з високим солевмістом як у стаціонарних умовах очисних споруд, так і в польових умовах випасу тварин, що визначає необхідність проведення досліджень у динамічному режимі.

Таблиця 1 – Показники взаємодії води і кислот з глиною

№ проби	Склад суміші	Вміст солі, М mS	Вміст солі, М mS	Примітка
1	Дистильована вода + Г	462	278,5	Без активації
2	Водопровідна вода + Г	488	447,4	Без активації
3	Вода зі свердловини + Г	2718	1775	Без активації
4	$H_3PO_4$ + дистильована вода + Г	9032	591	Активація
5	$H_3PO_4$ + дистильована вода + Г	9865	640	Активація
6	$H_2SO_4$ + дистильована вода + Г	9878	642	Активація
7	$H_3PO_4$ + вода зі скважини + Г	7780	915	Активація



Рис. 2. Експериментальна установка очищення підземних вод у динамічному режимі.

Другу серію досліджень (рис. 2) проведено в динамічному режимі на установці, до складу якої входили фільтри із завантаженням: зеленим піском

(Greend Sand), активованим вугіллям, вузлами зворотного осмосу та мембранного фільтра.

Було додано ще один ступінь обробки води зі свердловини – фільтр із завантаженням із глини (фракція 1,2 – 3,0 мм, висота завантаження – 50 см), що пройшла високотемпературну термічну обробку. Воду на установку подавали зі свердловини водопоєю овець, вміст солі становить 1556 mS.

Час перебування води в установці становив 15 - 20 хвилин (рис. 3.2), середня швидкість фільтрування – 1,74 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> год.

У процесі очищення щогодини відбирали проби і за електропровідністю визначали вміст солі в очищених водах на кожному фільтрі (рис. 3). Хімічний контроль проводили за середньодобовою пробєю за рН, лужністю (Л), іонами заліза (Fe<sub>ЗАГ</sub>), хлоридами (Cl<sup>-</sup>), твердістю (Т), нітритами і нітратами (табл. 2).

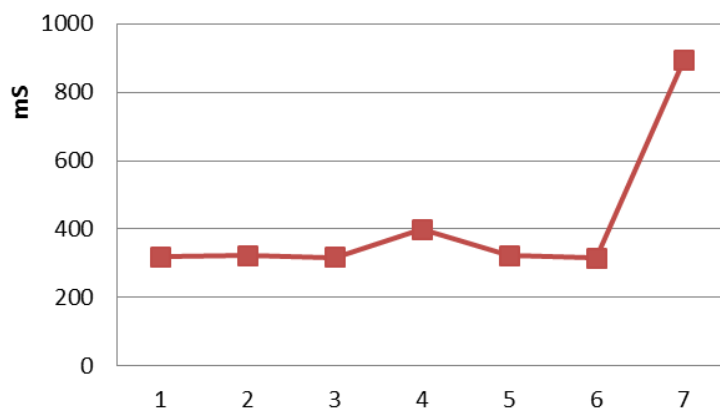


Рис. 3 Вміст солі очищеної води залежно від режиму обробки на установці: 1 – мембрана; 2 – осмотична установка; 3 – резервуар із додаванням NaCl; 4 – зелений пісок Greend Sand; 5 – зелений пісок Greend Sand і активоване вугілля АУ; 6 – активоване вугілля; 7 – завантаження з термообробленої глини.

Таблиця 2 – Показники очищення підземних вод із різними фільтрувальними перегородками в динамічному режимі

Тип перегородки	pH	Л, мг/г	Fe <sub>ЗАГ</sub> , мг/г	Cl <sup>-</sup> , мг/г	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/г	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг/г	Т, мг-екв/г
GS	7,5	85	0,3	0	10	1	420
Акт. вугілля (АВ)	8	125	0,1	0,1	0	1	420
GS+АВ	7,5	125	0,2	0	0	1	420
Осмос	6,5	90	0,1	0,1	0	0,5	420
Мембрана	7	90	0,1	0	0	0,5	420
Глина	9	0	0,3	0,5	25	1	180
Розчин NH <sub>4</sub> Cl	6	190	0,1	0,1	5	1	420

Можна бачити (рис. 3), що вміст солі очищених вод з вихідних 2712 mS зменшується практично до рівня дистильованої води (350–400 mS). З цього випливає, що обробивши в режимі фільтрування частину води зі свердловини на установці з сорбентом із глини, її слід змішувати з деяким об'ємом вихідної підземної води зі свердловини таким чином, щоб суміш відповідала нормам для водопою овець.

Показники складу очищених підземних вод на установці (табл. 2) з різними фільтрувальними перегородками досить близькі за значеннями та відповідають нормам для водопою овець. Якщо порівнювати організаційно-технологічні заходи зі створення вузла очищення підземних вод для фермерського господарства на основі сорбційних матеріалів (табл. 2), то тільки зелений пісок (GS) і глини є природними матеріалами, які не потребують спеціальних підготовчих операцій або спеціального обладнання (що треба для АВ, осмосу, мембран). Стосовно Житомирської області зелений пісок (GS) потрібно поставляти ззовні, що збільшує витрати на логістику, тому шоколадні глини однозначно є найбільш пріоритетним матеріалом для очищення підземних вод для водопою овець фермерських господарств. Процес очищення може бути організовано в статичних умовах (у ємність із глиною закачується необхідна кількість підземної води, перемішується, зокрема й вручну, відстоюється протягом 1 години та зливається у водопійні корита).

Процес очищення також може бути організовано в динамічних умовах: фільтруванням через подрібнену глину (фракція 1 – 10 мм) з часом перебування не менше 30 хвилин, з відведенням очищеної води безпосередньо на водопій. Цей метод очищення вод не потребує складного обладнання, технології та може бути досить просто реалізований в умовах фермерських господарств. Таким чином, принципово можливе використання глини для технології сорбції на селективному сорбенті, що зможе забезпечувати очищення вод з високим вмістом солі як в умовах очисних споруд, так і в польових умовах.

УКД 631.348.45

## **ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ УЛЬТРАМАЛООБ'ЄМНОГО ОБПРИСКУВАЧА**

*Савченко В. М., Шевчук Р. П.  
Поліський національний університет*

До задачі обприскування належить нанесення рідких отрутохімікатів у дрібнорозпиленому вигляді на рослини або ґрунт з метою знищення

шкідників, хвороб і бур'янів. Конструкція відомих тракторних обприскувачів містить бак, насос, розподільчу систему, трансмісію, раму, ходову частину з причепом або пристроєм для навішування на трактор та органи управління.

Технологічний процес обприскування протікає наступним чином. Робоча рідина для обприскування знаходиться в баку, де постійно перемішується для підтримки однорідного складу. З бака рідина насосом подається через редукційний клапан і розподільчу систему до розпилювачів і розподіляється ними під встановленим тиском.

Усі обприскувачі містять необхідні уніфіковані вузли: насоси, запобіжно-редукційні клапани, наконечники, розпилювачі, трансмісію тощо. Перераховані механізми ускладнюють конструкцію, знижують її надійність і технологічність, і мають високу вартість.

У зв'язку з цим нами поставлено завдання - спростити технологічну схему обприскувача, підвищити його надійність, технологічність, продуктивність і якість роботи.

Технологічне завдання щодо усунення вищевказаних недоліків вирішується наявністю принципів відмінностей запропонованого обприскувача (рис. 1) від відомих систем.

Технічним рішенням є розширення технічних та експлуатаційних можливостей обприскувача, підвищення якості обробки та зниження енерговитрат на формування повітряно-краплинного струменя, а також поліпшення умов витікання робочої рідини з жиклера завдяки зниженню місцевих опорів. Останнє досягається шляхом розміщення жиклерів під і на рівні осі пристрою та збільшення діаметру вихідного отвору жиклера під час встановлення його під кутом до осі, меншим  $90^\circ$ , для усунення його забивання.

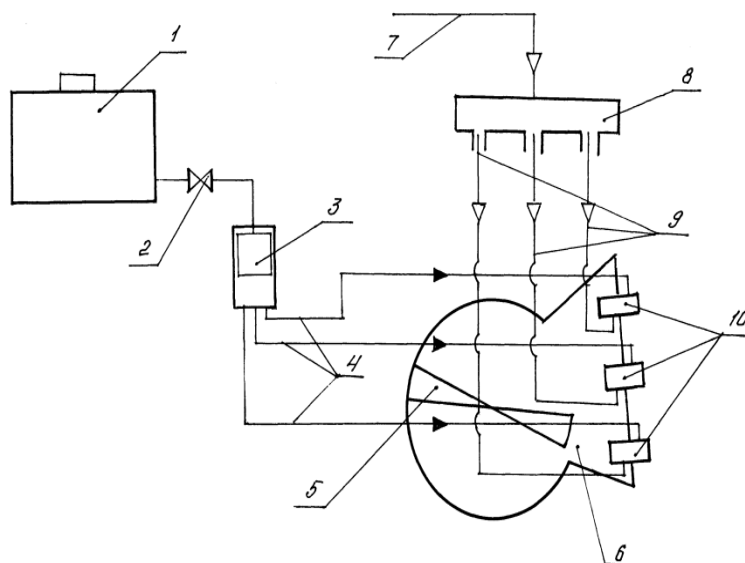


Рис. 1. Технологічна схема ультрамолооб'ємного обприскувача.

Технічне завдання розв'язують за рахунок того, що обприскувач, який включає джерело стисненого повітря, раму, резервуар, повітропроводи, живильний трубопровід, розпилювач ежекторного типу, в якого змінний жиклер установлено з нахилом до осі повітряно-щілинного сопла струменеутворювального пристрою, має вентилятор із розпилювальним пристроєм і додатково розпилювачі, забезпечені змінними жиклерами та закріплені ярусами на розпилювальному пристрої вентилятора, причому змінні жиклери мають косий зріз із діаметром залежно від розташування ярусу та розміщені під і на рівні осі повітряно-щілинного сопла струменеутворювального пристрою під кутом до цієї осі, меншим  $90^\circ$ .

Обприскувач включає джерело стисненого повітря, раму (не показано), на якій змонтовано резервуар 1 (рис. 1) з робочою рідиною, кран 2, зрівняльну ємність 3 з живильним трубопроводом 4, вентилятор 5 з приводом від вала відбору потужності трактора (ВВП) через редуктор (не показано), розпилювальний пристрій 6, повітряну магістраль 7, сполучену з повітряним колектором 8 через ресивер, регулятор тиску повітря і кран (не показано), повітропровід 9 і розпилювачі 10, розташовані ярусами на розпилювальному пристрої 6, в яких робоча рідина до жиклерів 11 подається згори живильними трубопроводами 4 на плоскопаралельний струмінь із повітряно-щілинного сопла 12 струменеутворювального пристрою 13 (рис. 2).

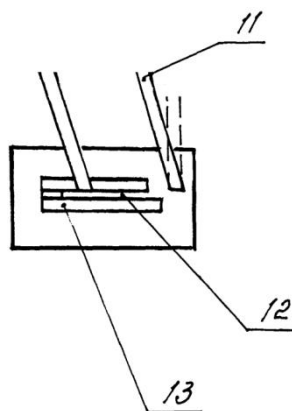


Рис. 2. Схема ежекційно-щілинного розпилювача.

Повітря від джерела стисненого повітря через ресивер, кран і регулятор тиску підводиться по повітряній магістралі 7 через колектор 8 і повітропроводи 9 до ежекційних розпилювачів 10.

Робоча рідина з резервуара 1 надходить до жиклерів 11 через кран 2 і вирівнювальну ємність 3 по живильним трубопроводам 4.

Самопливом і внаслідок розрядження в порожнині розпилювача 10, що створюється змішаним струменем повітря, що витікає з повітряно-щілинного сопла 12 та подається вентилятором 5 до корпусу розпилювача, де диспергується, змішується з повітрям та подається на об'єкт обробки.

Залежно від ярусу встановлення розпилювачів різні діаметри жиклерів забезпечують стабілізацію дози робочої рідини, тому що зі зміною положення розпилювача за висотою (ярусу) змінюється статичний тиск робочої рідини, що витікає з жиклера.

Крім того, змінні жиклери мають різні кути зрізу вихідних отворів, які залежать від кута його нахилу до осі щільного сопла, що дає змогу регулювати норму розпилення і ступінь дисперсності робочої рідини, що подається на об'єкт обробки.

Таким чином, пропонується нами технологічна схема ультрамалооб'ємного оприскувача має такі переваги порівняно із серійними: знижується енергоємність процесу завдяки відсутності насоса для подачі розчину робочої рідини, спрощується конструкція машини, підвищується надійність і якість технологічного процесу завдяки можливому регулюванню дисперсності крапель.

УДК 624.131.3

## **ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ РОБОТИ АЕРОДИНАМІЧНОГО СЕПАРАТОРА**

*Мартишко В. М., Кривобочек В. М.*

*Національний університет біоресурсів та природокористування України*

Мета роботи. Покращення якості обробітку при кущових смуг в міжряддях ягідників.

Постановка проблеми. Зібраний врожай зернових культур потребує подальшої обробки на зернових сепараторах для його збереженості та підготовки якісного насінневого матеріалу. Після збирання комбайнами зернові суміші очищуються від домішок різними способами: в повітряному потоці за аеродинамічними властивостями; сепаруються за розмірами насіння віброрешетами зерноочисних сепараторів; за комплексом властивостей – неперфорованими поверхнями віброфрикційних сепараторів, за щільністю – повітропроникними поверхнями вібраційними пневматичними сепараторами

В господарствах в процесі післязбиральної обробки сумішей використовують такі машини як ОВС-25, СГ-25, БД-5 та СПС-5. Машини ОВС-25 та СГ-25 задіяні на первинній очистці суміші, а машини БД-5 та СПС-5 виконують подальшу доробку суміші.

Результати роботи. У фермерських господарствах для післязбиральної обробки суміші доцільно використовувати аеродинамічний сепаратор



продуктивністю очищенні до 5 т/год. У найбільш напружених періодах збирання проводити первинну очистку суміші доводиться не менше ніж 60 т/зміну.

Доцільно використовувати аеродинамічний сепаратор на первинній обробці таких сільськогосподарських культур як: озима пшениця, ріпак, ярий ячмінь, соя та гороху, за потреби – соняшника і кукурудзи, а також на калібруванні зернових при підготовці посівного матеріалу.

Таблиця 1 – Значення коефіцієнтів перерахунку відносно об’ємної маси.

Культура	Об’ємна маса, т/м <sup>3</sup>	Коефіцієнт $K_1$	Культура	Об’ємна маса, т/м <sup>3</sup>	Коефіцієнт $K_1$
Горох	0,800	1,00	Соняшник	0,355	0,25
Пшениця	0,750	1,00	Просо	0,850	0,30
Кукурудза	0,700	1,00	Ріпак	-	0,30
Жито	0,700	0,90	Овес	0,500	0,70
Ячмінь	0,650	0,80	Соя	0,720	0,70
Гречка	0,650	0,70	Люцерна	0,780	0,20

Таблиця 2 – Значення коефіцієнтів перерахунку відносно вологості та засміченості

Вологість, %	Засміченість, %	Значення коефіцієнту $K_2$
до 18 включно	5	1.0
	10	0.9
	15	0.8
19-22	5	0.9
	10	0.8
	15	0.7
23-26	5	0.8
	10	0.7
	15	0.6
0.527-30	5	0.7
	10	0.6
	15	0.5

Продуктивність сепаратора залежить від об’ємної маси, вологості та засміченості зернових культур, а її визначити можна за формулою:

$$Q = Q_n \cdot K_1 \cdot K_2,$$

де  $Q_n$  – номінальна, заявлена продуктивність, ( $Q_n = 5$  т/год);

$K_1$  – коефіцієнт перерахунку відносно щільності;

$K_2$  – коефіцієнт перерахунку відносно вологості та засміченості;

Пропускна здатність аеродинамічного сепаратора залежить від виду культури яка обробляється, геометричних розмірів, парусності та питомої ваги зернини.

Коефіцієнти перерахунку відносно сільськогосподарських культур та об'ємної ваги знаходяться в таблиці 1.

На продуктивність аеродинамічного сепаратора також впливає стан зернової суміші, яку очищають. В залежності від вологості суміші пропускна здатність буде змінюватись. Чим більша вологість тим менша його продуктивність. Відповідно засміченість зернової буде негативно впливати на пропускну здатність аеродинамічного сепаратора.

Коефіцієнти перерахунку відносно вологості та засміченості сільськогосподарських культур, наведено в таблиці 2.

Висновки. Аеродинамічний сепаратор доцільно використовувати в господарствах на первинної очистки зернової суміші та калібруванні насінневого матеріалу. В напружених періодах сепаратор забезпечує продуктивність роботи не менше ніж 60 т/зміну, а на калібруванні насіння досягається продуктивність в 36 т/зміну, що дозволяє ефективного підготувати посівний матеріал.

УДК 631:86:631.17

## **АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ ШЛЯХОМ ТРИВАЛОГО ВИТРИМУВАННЯ**

*Скляр О. Г., Скляр Р. В.*

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

Постановка проблеми. Розвиток тваринництва та птахівництва на промисловій основі зумовлює різке підвищення кількості сильно забруднених стічних вод, очищення та знезараження яких є одним з найважливіших завдань при вирішенні питання про їх використання у сільському господарстві як добрива або спуск у водоймища або поля зрошення.

Аналіз останніх досліджень. За дослідженнями вчених [1] з метою поєднання процесів карантинування та витримування органічних відходів (гною, посліду) кількість секцій сховищ має бути не менше ніж два. Сховища роблять заглибленими чи наземними траншейного типу; вони повинні мати огороження, пристрої для забору рідкого гною насосами. Днища та укоси сховищ повинні мати тверде гідроізоляційне покриття.

Умови застосування [1, 2]: вологість гною від 90% і більше, для залізобетонних сховищ траншейного типу – будь-яка; у районах випадання підвищеної кількості опадів під час використання даної технології рекомендується влаштування сховищ закритого типу; для нерозділеного безпідстилкового гною обов'язкове встановлення в гноєсховищах пристроїв перемішування; витримка свинячого гною – протягом 12 місяців, гною ВРХ та пташиного посліду – 6 місяців; витримування рідкої фракції свинячого гною в секційних ставках-накопичувачах: від 6 до 9 місяців; витримування рідкої фракції гною ВРХ – не менше 4 місяців.

Мета досліджень. Провести аналіз технології переробки органічних відходів шляхом тривалого витримування.

Результати досліджень. Технологія переробки органічних відходів методом тривалого витримування з подальшим внесенням отриманого органічного добрива в ґрунт складається з операцій, зазначених на рисунку 1. Транспортування гною від тваринницького комплексу до гноєсховища здійснюється мобільним або гідравлічним транспортом. Як мобільний транспорт можуть виступати, наприклад, трактори з герметичними цистернами типу МЖТ СПД ПЕТРОВ, JOSKIN, ZUNHAMMER або герметичними причепами для транспортування напіврідкого гною ПТСГ СПД ПЕТРОВ тощо [1]. Для транспортування гною трубопроводом використовують занурювальні та горизонтальні насоси для рідин із сторонніми включеннями; насоси повинні бути обладнані подрібнювальними пристроями. Також застосовують мобільні насосні станції, які працюють від ДВЗ чи ВВП трактора [1].

Вивантаження та транспортування органічного добрива від місця біоконверсії (гноєсховищ) [3] до місця внесення здійснюється мобільним та трубопровідним транспортом з використанням технічних засобів, як для транспортування та завантаження сховищ.

Технології транспортування з наступним внесенням рідкого органічного добрива здійснюються за прямоточним, перевалочним та комбінованим варіантами [3].



Рис. 1. Блок-схема технології переробки методом тривалого витримування та внесення до ґрунту.

За прямоочною технологією добрива, що накопичуються в прифермських сховищах, доставляють у поле та вносять у ґрунт. Прямоочна технологія внесення цистернами включає такі основні операції: 1) гомогенізація добрива (переробленого рідкого гною) в гноєсховище; 2) завантаження в машину для внесення; 3) транспортування у машині для внесення до місця використання; 4) гомогенізацію маси добрив у ємності машини під час внесення у ґрунт; 5) внесення.

За перевалочною технологією добрива, завантажені з прифермського сховища до великотоннажних машин, доставляються до місця внесення, перевантажують у польові машини, якими добриво вноситься. Перевалочна технологія включає такі технологічні операції: 1) гомогенізація добрива (переробленого рідкого гною) у гноєсховище; 2) завантаження транспортних засобів; 3) транспортування добрив мобільними цистернами на полі; 4) перекачування в машини для внесення; 5) внесення добрива у ґрунт.

Перевалочна технологія внесення рідкого органічного добрива (РОД) доцільна за низької несучої здатності ґрунту, обмеження на деформацію її поверхневого шару, значне видалення місць (більше 5 км) від гноєсховища, наявність у господарстві великовантажних транспортних засобів, необхідність внесення з особливими вимогами до способу внесення внутрішньогрунтове внесення, підживлення просапних культур).

За перевалочною технологією добрива із прифермських сховищ періодично протягом року доставляють у польові сховища, з яких у сприятливі терміни вносяться до ґрунту. Доставляють добрива в польові сховища або трубопроводами, або великовантажними цистернами, а вносять цистернами-розкидувачами або трубопровідною системою напуском.

Перевалочна технологія включає додаткові операції, пов'язані з доставкою добрив у польове сховище та їх розвантаженням: 1) приготування РОД в прифермському гноєсховищі з урахуванням вимог трубопровідного транспорту по механічному складу включень; 2) забір та подача добрив у трубопровід або завантаження транспортних засобів; 3) транспортування добрива до польового сховища; 4) гомогенізація добрива у польовому сховищі; 5) розвантаження польових сховищ, подачу та розподіл добрива по полю.

Перевалочна технологія внесення є доцільною на фермах та комплексах при видаленні полів від прифермських гноєсховищ (більше 5...7 км). Ця технологія рекомендується, коли потрібно зменшити обсяг прифермських гноєсховищ, скоротити терміни внесення добрив та покращити санітарно-гігієнічний стан на фермах. Польові гноєсховища наповнюють у період зайнятості полів посівами та взимку. За комбінованою технологією добрива перекачують трубопровідними системами до

польових гідрантів і вносять машинами для внесення. Комбінована технологія внесення включає такі технологічні операції: 1) приготування гною в гноєсховищі; 2) транспортування у полі трубопроводом; 3) заправку ємностей машин для внесення через заправні гідранти; 4) транспортування до місця внесення; 5) гомогенізацію маси добрив у ємності розкидача; 6) внесення; 7) промивання трубопровідної мережі водою. Комбіновану технологію для внесення РОД доцільно застосовувати при отриманні гною вологістю не нижче 94%, при річному виході понад 25 тис. м<sup>3</sup> та великому видаленні масивів площ, що удобрюються (більше 7 км). Комбінована технологія передбачає загінну систему роботи мобільних машин для внесення добрив. Органічні добрива використовують для внесення на луках по багаторічних травах, пасовищах, ріллі. Устаткування використовується те саме, що й при транспортуванні до місця внесення. Внесення твердого органічного добрива на поля здійснюється поверхнево під оранку.

Висновок. Аналіз технології переробки органічних відходів шляхом тривалого витримування дозволив виділити наступні її переваги: широкий діапазон вологості гною 85-97%; технологія містить лише 5 етапів; відсутність постійного контролю за кваліфікованим персоналом за процесом переробки; простота конструкції гноєсховища. А також і значні недоліки: великі обсяги гноєсховищ; великий термін переробки (6-12 місяців); великі капітальні витрати на будівництво гноєсховищ (залізобетонні та металеві сховища).

#### Список використаних джерел

1. Болтянський Б. В. Енерго- та ресурсозбереження в тваринництві: підручник. Київ. Видавничий дім «Кондор», 2020. 410 с.
2. Григоренко С. М. Адаптивні методи утилізації відходів птахівництва. Науковий вісник ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. Вип. 11, том 1.
3. Скляр О. Г., Скляр Р. В. Біоконверсні технології прискореної переробки відходів тваринництва в екологічно безпечні добрива. Науковий вісник ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. Вип. 11, том 2. №3. DOI: 10.31388/2220-8674-2021-2-3.
4. Скляр О. Г., Скляр Р. В., Комар А. С. Огляд методів дослідження та оптимізації машинних технологій утилізації відходів тваринництва. Науковий вісник ТДАТУ. Запоріжжя: ТДАТУ, 2023. Вип. 13, том 2. №9. DOI: 10.31388/2220-8674-2023-2-9.

УДК 631.81: 338: 504.062

## **АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ПАСИВНОГО КОМПОСТУВАННЯ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ У БУРТАХ**

*Скляр О. Г., Скляр Р. В., Григоренко С. М.*

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра  
Моторного*

Постановка проблеми. За останні кілька років проблема необхідності підвищення екологічної безпеки виробництва набуває все більшого значення. Багато розвинених країн, таких як Німеччина, США, Канада та Нідерланди, однією з пріоритетних цілей свого довгострокового розвитку вбачають зниження екологічного навантаження на навколишнє середовище. Значну роль у навантаженні відіграють ризики, пов'язані з агропромисловим комплексом [1].

Зміна структури тваринницької та птахівницької галузей, впровадження нових способів утримання тварин/птиці та видалення гною/посліду з приміщень – все це ставить перед наукою та виробництвом завдання розробки та впровадження нових, адаптованих до вітчизняних природно-кліматичних умов екологічно безпечних та економічно доступних технологій утилізації гною/посліду [2].

Аналіз останніх досліджень. Технологію засновано на природному біологічному знезараженні гною/посліду у суміші з вологопоглинаючими матеріалами або без них. Компостування здійснюється на бетонованих майданчиках або спеціально підготовлених польових майданчиках [1,2].

Мета досліджень. Провести аналіз технології пасивного компостування органічних відходів (гною/посліду) у буртах.

Результати досліджень. Умовою застосування технології є: вологість гною або компостної суміші не повинна перевищувати 75%; співвідношення вуглецю до азоту (C/N) у вихідній суміші повинно змінюватись у діапазоні не менше 15...20; технологія біоконверсії гною/посліду методом пасивного компостування в буртах складається з операцій, показаних на рисунку 1 [3].

Завантаження отриманого гною/посліду в мобільний транспортний засіб (автомобіль, трактор і причіп, що агрегується з ним) виконують або за допомогою фронтального навантажувача, або за допомогою похилого транспортера. Тимчасове накопичення гною/посліду здійснюється на бетонованих або спеціально підготовлених польових майданчиках.

Для компостування як вологопоглинаючий матеріал можуть бути використані торф, подрібнена солома, тирса, деревна кора тощо [3]. Змішування здійснюється на спеціально підготовлених польових або

бетонованих майданчиках переднім навантажувачем або стаціонарною шнековою установкою.

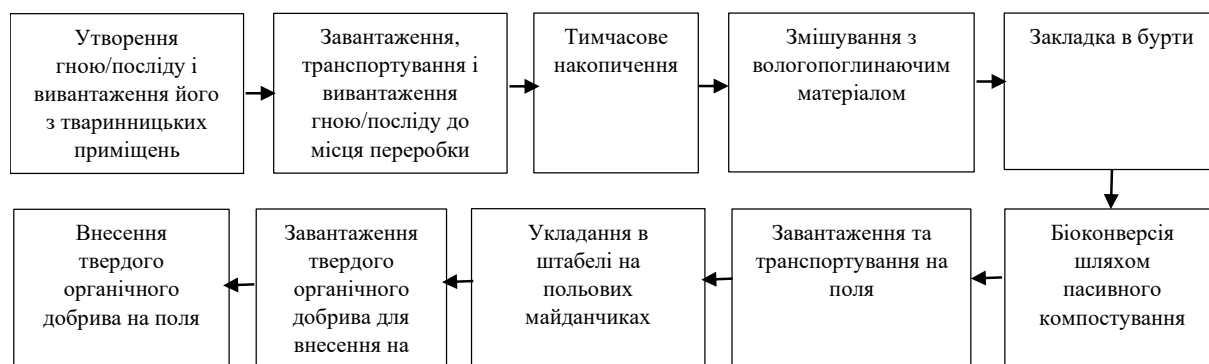


Рис. 1. Блок-схема технології біоконверсії методом пасивного компостування у буртах.

Бурти, що закладаються, мають наступну характеристику: ширина 4...5 м, висота 1,5...2 м. Довжина не обмежена. Розрізняють 2 способи компостування [3, 4]: пошарове та осередкове.

Відмінною особливістю пошарового компостування є чергування шарів торфу та гною/посліду. Спочатку укладають по всій ширині і довжині бурта торф шаром до 50 см, який повинен перешкоджати просочуванню гною/посліду в ґрунт, потім шар гною/посліду. Так шари торфу і гною/посліду чергують доти, поки висота бурта не досягне 1,5...2 м. Найвищий шар бурта також кладуть з торфу, щоб зменшити випаровування аміачного азоту з гною/посліду. Товщина шарів компонентів цих компостів залежить від співвідношення взятих гною/посліду та торфу. Так, при співвідношенні в компості гною/посліду та торфу 1:1 товщина шарів їх у бурті може бути по 25...30 см. Чим більше використовується торфу, тим товщі повинні бути шари його порівняно з гноєм/послідом.

При осередковому компостуванні гній/послід розміщують суцільно або уривчасто всередині бурта торфу [3]. При цьому спочатку укладають торф шаром 50-60 см, потім зверху вздовж і посередині бурта шар гною/посліду товщиною 70-80 см і шириною на 1,0-1,5 м вже нижнього шару торфу. При нестачі гною/посліду або використанні безпідстилкового рідкого гною, його краще розташовувати в бурті торфу у вигляді окремих переривчастих вогнищ, які зверху і з усіх боків обкладають торфом шаром 50-70 см (для зимового компостування), коли можливий розподіл бурту. За такого компостування протягом зими температура всередині бурта не опускається нижче 25-30°C.

Бурт із суміші гною/посліду з вологопоглинаючим матеріалом у зимовий період закладають у 1-2 дні, по можливості під час відлиги. Влітку бурт торфо-гною/помітного компосту укладають фронтальним навантажувачем. При цьому на поле автосамоскидами і тракторними

причепами підвозять торф і завантажують у ряд купами на відстані 5 м одна від одної. Потім підвозять гній/послід і завантажують його між купами торфу. На майданчику розміщують три такі ряди. Після цього бульдозером або фронтальним навантажувачем зрушують два крайні ряди до середнього, перемішують усю масу у двох протилежних напрямках і укладають бурт.

Процес переробки методом пасивного компостування відбувається шляхом витримування суміші, що складається з гною/послїду та вологопоглинаючих матеріалів, в буртах.

Ступінь біоконверсії визначають по [5]:

- відсутності або загибелі збудників паразитних хвороб;
- загибелі індикаторних мікроорганізмів у 10 см<sup>3</sup> проби гною, контамінованого малостійкими збудниками хвороб, збудників підвищеної стійкості, спороутворювальної мікрофлори.

Час компостування складає: взимку – 3 місяці, влітку – 2 місяці.

Більш високоякісні торфо-гною/помітні компости отримують при додаванні до них при формуванні бурту борошна фосфоритного (15–30 кг на 1 т компостованого матеріалу).

Отримане методом пасивного компостування в буртах добриво вивантажують із буртів на попередньо підготовлені польові або бетонні майданчики, а потім для зберігання укладають у штабелі. Готовий штабель має висоту 3 м та ширину 6 м, довжина його довільна. Завантаження отриманого органічного добрива в спеціалізовані машини, призначені для внесення (наприклад, ПРТ та ПТРВ СПД ПЕТРОВ), здійснюють фронтальним навантажувачем. Внесення на поля здійснюється поверхнево під оранку. Внесення здійснюється навесні та восени.

Висновок. Аналіз технології переробки органічних відходів пасивного компостування органічних відходів в буртах дозволив виділити наступні її переваги: широкий діапазон вологості вихідного гною (при використанні вологопоглинаючих матеріалів) 60-92%; низькі вимоги щодо кваліфікації працівників; простота конструкції майданчиків компостування; відносно невеликі капітальні вкладення. А також і недоліки: тривалий час переробки 2-6 місяців; нерівномірність дозрівання компосту; залежність процесу компостування від погодних умов; підвищений ризик витоків забруднених стоків у дощовий період та весняних паводків.

Список використаних джерел

1. Григоренко С. М. Адаптивні методи утилізації відходів птахівництва. Науковий вісник ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. Вип. 11, том 1.
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. Скляр О. Г., Скляр Р. В. Біоконверсні технології прискореної переробки відходів тваринництва в екологічно безпечні добрива. Науковий вісник ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. Вип. 11, том 2. №3. DOI: 10.31388/2220-8674-2021-2-3.

4. Скляр О. Г., Скляр Р. В., Комар А. С. Огляд методів дослідження та оптимізації машинних технологій утилізації відходів тваринництва. Науковий вісник ТДАТУ. Запоріжжя: ТДАТУ, 2023. Вип. 13, том 2. №9. DOI: 10.31388/2220-8674-2023-2-9.

5. Скляр О. Г. Обґрунтування факторів, що впливають на процес компостування. Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві: IX Міжнародна науково-технічна конференція. Глеваха-Київ. 2020. С. 143-145.

УДК 631.362

## ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ВІДЦЕНТРОВО-РЕШІТНОГО СЕПАРАТОРА

*Осовський М. В., Сукманюк О. М.  
Поліський національний університет*

Спираючись на попередні дослідження було вдосконалено відцентрово-решітний сепаратор із внутрішнім пластинчастим барабаном. Для очищення зерна сепаратор має систему повітряного очищення (виділення легких домішок), два блоки решіт: підсіваючий 15 (виділення дрібних домішок) і зерновий 22 (очищення від довгих і великих домішок).

Відцентрово-решітний сепаратор, представлений на рис. 1, складається з нерухомої завантажувальної горловини 25, конічної обичайки 12 з ділильним решетом 10 усередині неї, яка має роликову опору 30, два блоки решіт 15 і 22 і встановлений усередині блоків пластинчастий барабан 34. З метою інтенсифікації процесу сепарації було виготовлено пластини з відгином у основі циліндричного барабана в напрямку його обертання 14, розміщені вздовж утворюючої. Кут відгину пластин перебуває в інтервалі  $\beta_0 = 15^\circ \dots 25^\circ$ .

Пластини мають полиці для кріплення і встановлені таким чином, що утворюють щілинне решето.

Відцентрово-решітний сепаратор належить до зерноочисних машин і призначений для сепарації зернових сумішей повітряним потоком і решетами.

Відцентрово-решітний сепаратор містить завантажувальну горловину 25, привід 1 і циліндричний корпус 28, у якому на приводному валу 18 розміщені: конічна обичайка 29, блок циліндричних решіт 15 і 22 зі щітками

8 і 17, конічне розподільче решето 10, пластинчастий барабан 31 з пластинами підсівної 14 і зернової 6 секції.

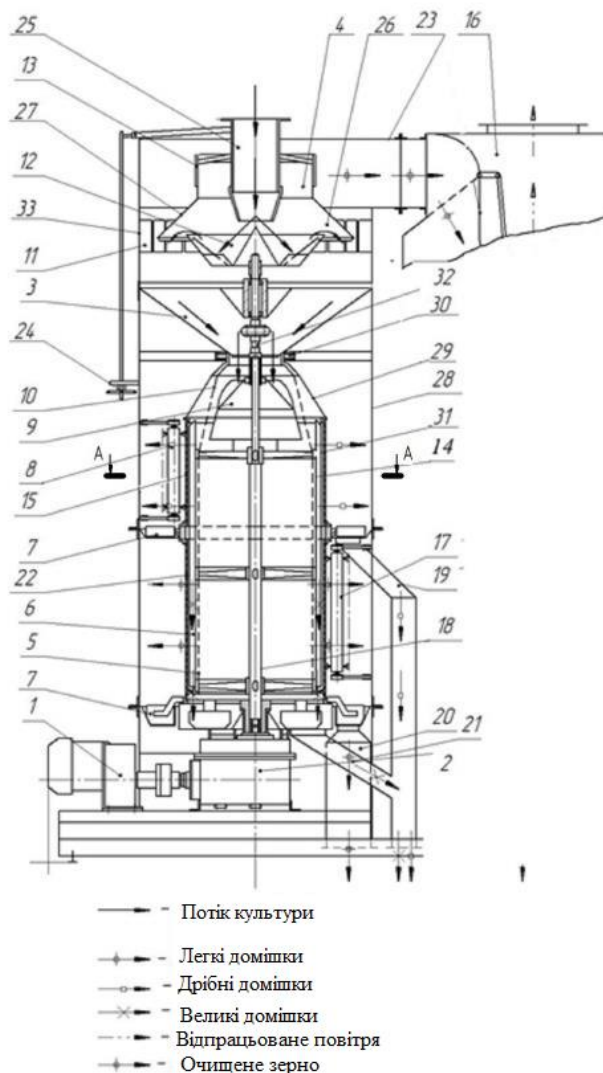


Рис. 1. Відцентрово-решітний сепаратор: 1 – електродвигун; 2 – редуктор; 3 – конічна збірка; 4 – циліндрична частина; 5 – циліндричне колосове решето; 6 – пластинами зернової секції; 7 – скребок; 8 – кільцева щітка підсівного решета; 9 – живильник; 10 – конічне розподільче решето; 11 – забірні вікна; 12 – конічний розкидач зерна; 13 – регулювальна склянка; 14 – пластини підсівної секції; 15 – блок циліндричного підсівного решета; 16 – осадова камера; 17 – кільцева щітка зернового решета; 18 – приводний вал; 19 – патрубок дрібних домішок; 20 – патрубок очищеного зерна; 21 – патрубок великих домішок; 22 – блок циліндричного зернового решета; 23 – патрубок; 24 – механізм регулювання; 25 – завантажувальна горловина; 26 – кільцевий пневмосепарувальний канал; 27 – відбивач; 28 – основний циліндричний корпус; 29 – конічна обичайка; 30 – ролик опора; 31 – пластинчастий барабан; 32 – втулка; 33 – додатковий циліндричний корпус; 34 – пластинчастий барабан; 35 – промінь; 36 – вал; 37 – паз для шпонки; 38 – стопорний болт; 39 – сходишка; 40 – бронзова втулка.

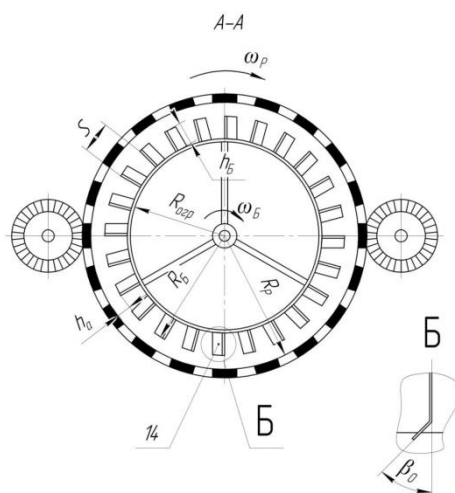


Рис. 2. Поперечний розріз підсівного решітного блока.

Над основним циліндричним корпусом 28, між завантажувальною горловиною 25 і конічною обичайкою 29, розміщено додатковий циліндричний корпус 33 аспіраційної системи із забірними вікнами 11, діаметром, що дорівнює діаметру основного циліндричного корпусу. Втулка 32, з'єднує конічну обичайку 29 і конічний розкидач зерна 12. Між конічною збіркою 3 і відбивачем 27 встановлено кільцевий пневмосепарувальний канал 26. Над конічним відбивачем 27, на його циліндричній частині 4 встановлений регулювальний стакан 13 швидкості повітряного потоку, а над конічним відбивачем 27 встановлений патрубок 23, для з'єднання його з осадовою камерою легких домішок 16.

Привід обладнання корпусу аспіраційної системи здійснюють від конічної обичайки 29, а регулювальна склянка виконана з можливістю переміщення вздовж вертикальної осі конічного відбивача, при цьому висота циліндричної регулювальної склянки менша за циліндричну частину конічного відбивача, на якому вона встановлена.

Привід конічного розкидача 12 здійснюється від конічної обичайки 29 за допомогою втулки 32, що має у верхній частині шпонковий паз для шпонки 37 і стопорний болт 38 для з'єднання з валом 36 конічного розкидача, а в нижній частині профрезеровані пази під кутом  $120^\circ$  для з'єднання з конічною обичайкою. Нижнім кінцем втулка 32 закріплена на маточині 39 через бронзову втулку 40 на валу пластинчастого барабана 34. На маточині конічної обичайки розміщено три промені 35, що рознесені один від одного під кутом у  $120^\circ$ . Решітний блок складається з конічної обичайки 29, що має роликову опору 30, живильника 9, конічного ділильного решета 10, циліндричного колосового решета 5, підсівального решета 15, верхньою основою жорстко прикріпленого до конічної обичайки 29, зернового решета 22 та привода 1 і 2. Циліндричні решета мають циліндричні очисні щітки 8 і 17. Пластинчастий барабан, жорстко пов'язаний із приводним валом, містить пластини підсівної 14 і зернової

секцій 6. Сепаратор також містить корпус і патрубки для дрібних 19, великих домішок 21 і очищеного зерна 20.

Працює відцентрово-решітний сепаратор таким чином. Зернова суміш надходить у завантажувальну горловину 25 і подається на конічний розкидач 12. Лопатки передають зерновій суміші кутову швидкість, що дорівнює кутовій швидкості розкидача. Далі зернова суміш надходить у кільцевий пневмосепарувальний канал 26, де відбувається виділення легких домішок, які надходять через патрубок 23 в осадову камеру 16 і через випускний клапан виводяться з машини.

Регулювання швидкості повітряного потоку в пневмосепарувальному каналі відбувається завдяки регулювальній заслінці, встановленій в осадовій камері 16, а тонке регулювання здійснюється регулювальною циліндричною склянкою 13 за допомогою механізму 24. Після повітряної сепарації, попередньо очищене зерно конусом-збірником 3 подається на живильник 9, конічне ділильне решето 10 і далі на решітний блок, де відбувається очищення від дрібних домішок на підсівальному решеті 15, від довгих домішок на зерновому решеті 22, від великих та грубих домішок на циліндричному колосовому решеті 5, які надходять до відповідних приймальників та скребками 7 виводяться з машини за допомогою патрубків 19 і 21. Очищене зерно, що пройшло через отвори зернового решета 22, надходить у приймач очищеного зерна і скребками через патрубок 20 виводиться з машини. Решета і барабан обертаються в один бік, але з різними швидкостями завдяки приводу, при цьому кутова швидкість конічного розкидача 12 дорівнює кутовій швидкості решіт 15 і 22. Очищення отворів решіт 15 і 22 від застряглих зерен проводиться циліндричними щітками 8 і 17.

УДК 631.56.004

**ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ОКРЕМОГО ВИПАДКУ  
ПЕРЕМІЩЕННЯ ЗЕРНОВОГО СЕРЕДОВИЩА ПІД ЧАС ЙОГО  
РОЗДІЛЕННЯ НА БЕЗПРОВАЛЬНІЙ ДЕЦІ  
ВІБРОПНЕВМОІМПУЛЬСНОГО СЕПАРАТОРА**

*Волик Д. А., Степаненко С. П.*

*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва  
Національної академії аграрних наук*

Теоретичні дослідження швидкості переміщення зернового матеріалу по окремій ділянці безпровального решета були проведені шляхом

складання та вирішення диференціальних рівнянь руху зернового середовища з подальшим аналізом побудованих графічних залежностей.

У зв'язку з конструктивними особливостями, напрямок дії сили інерції та сили тертя змінюється в залежності від напрямку кутового прискорення деки (решета), у вибраному проміжку безпровальної деки задані кути мають додатне значення відносно вибраних осей координат. Отже, схема дії сил на зернове середовище, яке знаходиться на поверхні деки в заданому проміжку, за умови, що дека яка здійснює коливальний рух, в додатному інтервалі, наведена на рисунку 1.

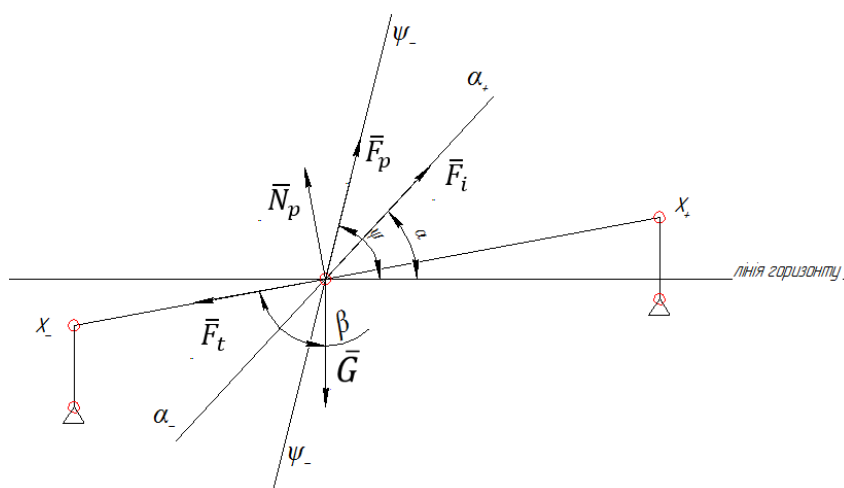


Рис. 1. Схема сил, що діють на зернове середовище в додатному інтервалі напрямку кутового прискорення деки

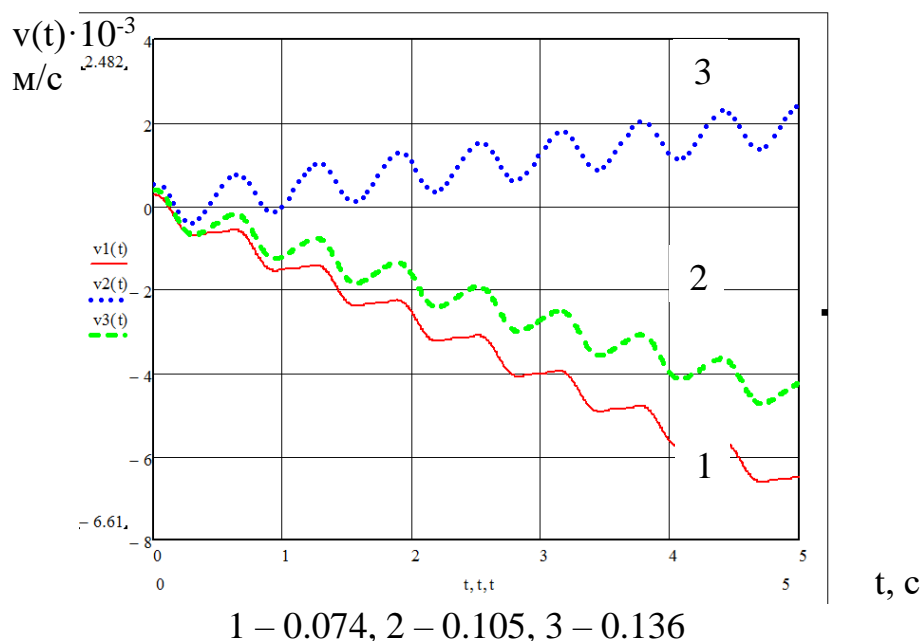


Рис. 2. Швидкість насінини при переміщенні у додатньому напрямку з часом при різних значеннях коефіцієнта вітрильності  $k_p$ .

Диференціальне рівняння відносного переміщення насінини в зерновому середовищі на віброуючій поверхні, згідно принципу д'Аламбера – Лагранжа, набуде вигляду:

$$m \cdot \frac{d^2 x_{(+)} }{dt^2} = F_i \cdot \cos(\alpha - \beta) - m \cdot g \cdot \sin(\beta) - [-F_i \cdot \sin(\alpha - \beta) + m \cdot g \cdot \cos(\beta) - F_p \cdot \sin(\psi - \beta)] \cdot \tan(\gamma) + F_p \cdot \cos(\psi - \beta) \quad (1)$$

де  $G = m \cdot g$  – сила ваги;

$F_i = \omega^2 \cdot R \cdot \cos(\omega \cdot t)$  – сила інерції;

$F_t = N \cdot \tan \gamma$  – сила тертя;

$F_p$  – сила опору пульсуючого повітряного потоку;

$N_p$  – нормальна реакція опори.

Після проведення математичних перетворень та чисельного вирішення системи (1) отримаємо графічні залежності зміни швидкості переміщення зернового матеріалу в першому інтервалі безпровальної деки при різних значеннях коефіцієнта вітрильності. Такий вибір змінних факторів дозволяє наочно оцінити рух фракцій зернового матеріалу з різною питомою густиною окремої частинки (насінини) на досліджуваному проміжку решета (деки) безпровального.

Теоретичними дослідженнями процесу руху насінин по перфорованій поверхні, що продувається похилим повітряним потоком, було встановлено швидкості руху матеріалу на одному з інтервалів поверхні деки. Виявлено, що частинки з різними значеннями коефіцієнта вітрильності зберігають однаковий характер швидкості переміщення, але чисельні значення мають значний розхил. Тобто важчі частки (за густиною) набувають значно більшої швидкості переміщення, ніж легші, навіть якщо вони перебувають у фракції одного калібру (мають подібні геометричні розміри та значення міделевого перетину), таке явище сприяє полегшенню розподілу зернового матеріалу на фракції за його густиною з використанням ножових подільників.

#### Список використаних джерел

1. Степаненко С. П., Котов Б. І., Попадюк І. С. Дослідження процесу пневмовібраційного поділу зерна за густиною під час одномірного переміщення зернового потоку. Механізація та електрифікація сільського господарства : загальнодержавний зб. Глеваха, 2021. № 14 (113). С. 77–88. <https://doi.org/10.37204/0131-2189-2021-14-8>.

УДК 631.313.6

## МОДЕЛЮВАННЯ СТІЙКОСТІ РУХУ АСИМЕТРИЧНОЇ ДИСКОВОЇ БОРони

*Гриценко О. П., Степаненко С. П.*

*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва  
Національної академії аграрних наук*

Якісний передпосівний обробіток ґрунту, закриття вологи та кришення верхнього родючого шару ґрунту з метою створення оптимальних умов для вегетації сільськогосподарських культур є важливою складовою в процесах рослинництва.

Однак не завжди тягово-зчіпні якості наявних у невеликих фермерських господарствах МТА, дають можливість використання високопродуктивної техніки, зокрема, асиметричних дискових борін внаслідок їх маси, які забезпечують більш якісний обробіток ґрунту, через високі значення сили опору руху. Однак сучасні методи дають можливість перерозподілити зчіпну вагу між енергетичним засобом і бороною, що дозволить вирішити задачу зниження сили опору руху борони без зміни параметрів та якості обробітку ґрунту, а також підвищити стійкість руху асиметричної дискової борони [1].

Компенсатор зчіпної ваги асиметричної дискової борони, виконаний у вигляді пристрою, що складається з силового гідроциліндра, встановленого у кронштейні на верхній фронтальній частині рами дискових секцій асиметричної борони і осі, що проходить через вилку силового гідроциліндра та вбудованої між поперечками сніці борони.

Для обґрунтування конструкційно-кінематичних параметрів МТА із встановленим компенсатором зчіпної ваги асиметричної дискової борони розглянемо рівновагу сніці та рами борони у статичному стані, як наведено на рис. 1. В робочого режимі під навантаженням енергетичного засобу та розвантаженням асиметричної дискової борони, а також в режимі розвантаження енергетичного засобу та завантаженням асиметричної дискової борони. Представимо сніцю та раму борони як складову балку [1, 2]. Використовуючи рис. 1, визначимо діючі сили та реакції на МТА у статичному режимі. Позначення, які наведено на рис. 1 мають наступні тлумачення:  $G_c$  – сила тяжіння сніці, Н;  $G_b$  – сила тяжіння рами борони, Н;  $N$  – реакція навантажуваної сніці на зчіпний пристрій енергетичного засобу в точці 1;  $l$  – довжина сніці борони, м;  $C$  – точка кріплення шарніра сніці та кронштейна гідроциліндра;  $c$  – відстань від точки  $C$  до центру тяжіння сніці, м;  $h$  – висота кронштейна гідроциліндра, м;  $a$  – відстань від точки прикладання навантаження  $P$  до точки  $C$ , м;  $f$  – відстань від точки  $C$  до

центру тяжіння борони, м;  $d$  – відстань від точки  $C$  до передньої частини (секції) борони, м.

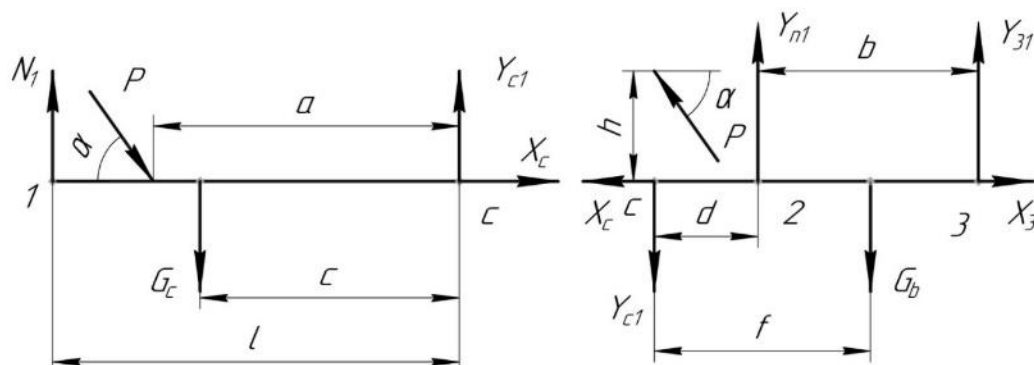


Рис. 1. Розрахункова схема до рівняння рівноваги сніці та рами асиметричної дискової борони МТА.

Запишемо рівняння рівноваги для сніці:

$$\sum M_1 = 0; \quad -G_c \cdot (l - c) + Y_c \cdot l = 0; \quad (1)$$

$$\sum M_c = 0; \quad -N \cdot l + G_c \cdot c = 0; \quad (2)$$

Розглядаємо складову конструкцію борони та складаємо рівняння рівноваги щодо вертикальних реакцій  $Y_n$  та  $Y_3$ ,  $Y_c$ :

$$\sum M_2 = 0; \quad -G_b \cdot (f - d) + Y_c \cdot d + Y_3 \cdot b = 0; \quad (3)$$

$$\sum M_3 = 0; \quad G_b \cdot (p - f + d) + Y_c \cdot (b + d) - Y_n \cdot b = 0; \quad (4)$$

При розв'язанні рівнянь (3)-(4) отримуємо:

$$Y_3 = \frac{G_b \cdot (f - d) - Y_c \cdot d}{b} = \frac{G_b \cdot (f - d)}{b} - \frac{G_c \cdot d \cdot (l - c)}{b \cdot l}; \quad (5)$$

$$Y_n = \frac{G_b \cdot (p - f + d) + Y_c \cdot (b + d)}{b} = \frac{G_b \cdot (p - f + d)}{b} + \frac{G_c \cdot (l - c) \cdot (b + d)}{b \cdot l}; \quad (6)$$

Математична модель детермінованого факторного аналізу для  $N1$  набуває вигляду, як наведено на рис. 2:

$$N1(\alpha, P) = 0,01 \cdot \alpha \cdot P + 0,002 \cdot \alpha + 0,12 \cdot P + 0,04; \quad (7)$$

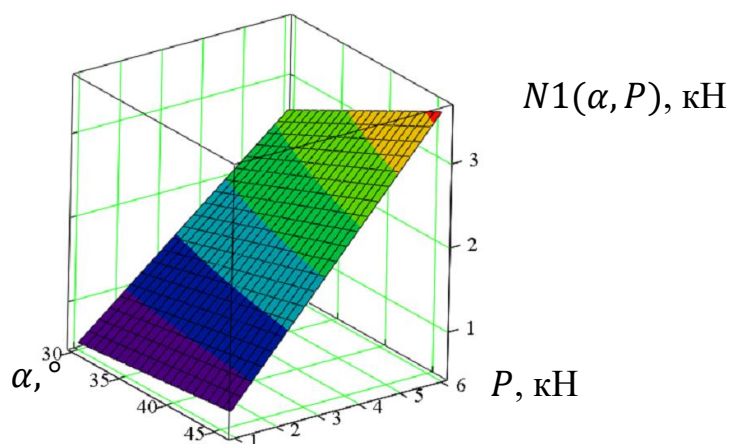


Рис. 2. Модель детермінованого факторного аналізу для  $N1$  в режимі навантаження енергетичного засобу та розвантаження борони.



Встановлено, що МТА з встановленим компенсатором зчіпної ваги дозволяє перерозподілити навантаження в складі МТА, що зможе істотно розширити функціональні можливості МТА та стабілізувати стійкість руху асиметричної дискової борони.

Список використаних джерел

1. Гуков Я. С. Механіко-технологічне обґрунтування енергозберігаючих засобів для механізації обробітку ґрунту в умовах України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук: 05.20.01. Глеваха, 1998. 32 с.

2. Адамчук В. В. Теорія стійкого руху дискової борони. Механізація та електрифікація сільського господарства. ННЦ "ІМЕСГ". Глеваха, 2021. Вип. №14 (113). С. 10-22. <https://doi.org/10.37204/0131-2189-2021-14-1>

УДК 66.047.59

## **СИМУЛЯЦІЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ АКТИВНИМ ВЕНТИЛЮВАННЯМ ПРОДУКТІВ ФРАКЦІЙНОЇ ПЕРЕРОБКИ БОБОВИХ ТРАВ**

*Калетнік Г. М.*

*Вінницький національний аграрний університет*

Постановка проблеми. Якщо Україна має у подальшому прагнути до власного високорозвинутого сільського господарства, то вона повинна дбати й про власне високоефективне сільськогосподарське машинобудування [1].

У сільськогосподарській галузі важливим завданням є забезпечення повноцінної годівлі сільськогосподарських тварин. Для досягнення цієї мети використання доступної та економічно вигідної рослинної сировини є раціональним підходом. У цьому контексті кормові трави, такі як люцерна, клевер, донник та еспарцет, є важливим джерелом рослинного білка, каротину та вітамінів, дозволяючи замінити дорогі білкові сировини, такі як соєвий шрот та рибне борошно [2]. Для вирішення проблеми збалансованої та ефективної годівлі сільськогосподарських тварин, важливо знайти оптимальні методи сушіння продуктів фракційної переробки бобових трав (зокрема, люцерни) та інших рослин, які дозволять зберегти важливі поживні речовини.

Аналіз останніх досліджень. Зелена маса люцерни – це органічний матеріал, який містить значну кількість вологи, що зосереджена в клітинах. Процес видалення вологи з рослинної сировини є різноманітним, але енергозатратним етапом виробництва, незалежно від застосованих методів

та способів сушіння. В літературі зустрічаються аналізи, фізичні та математичні моделі гідродинаміки та кінетики процесів фільтраційного сушіння рослинної сировини [3, 4].

Варто зазначити, що усі досліджувані матеріали рослинного походження містять як вільну, так і зв'язану вологу, і на кінетичних кривих сушіння спостерігається як період постійної, так і період спадаючої швидкості сушіння, при чому період спадаючої швидкості є обмежуючим етапом.

**Мета досліджень.** Симуляція процесу сушіння активним вентиляванням продуктів фракційної переробки бобових трав.

**Результати досліджень.** Для оцінювання ефективності конструктивно-технологічної схеми сушарки і перевірки адекватності проведених аналітичних розрахунків, виконаємо симуляцію процесу сушіння у програмному пакеті Simcenter STAR-CCM+, використовуючи метод DEM (Discrete Element Method) [4]. Для симуляції створено 2D-модель області сушарки зі стрічковими конвеєрами, які переміщуються в горизонтальній площині. З використанням генератора поверхневої сітки і генератора багатограничних комірок з опорним значенням лінійного розміру 0,01 м згенеровано об'ємну сітку для області сушарки (рис. 1).

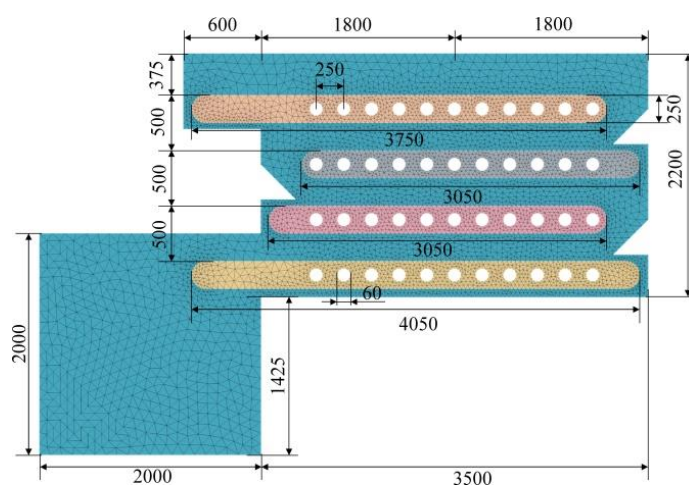


Рис. 1. Сітка області сушарки зі стрічковими конвеєрами.

За результатами проведеної симуляції отримана візуалізація розподілу швидкості потоку повітря в області конвеєрної сушарки у векторному і скалярному вигляді (рис. 2). З рис. 2 видно, що потік повітря огинає калорифери. При цьому швидкість потоку збільшується з 1,8 м/с на вході до 7,7 м/с в проміжках між трубами калорифера. В процесі руху швидкість переміщення продуктів фракційної переробки бобових трав по стрічкових транспортерах також змінюється. Відповідна візуалізація наведена на рис. 3. На стрічці частинки люцерни рухаються із рівномірною швидкістю – 0,11 м/с, а в процесі вивантаження їх зі стрічок швидкість збільшується під дією прискорення вільного падіння.

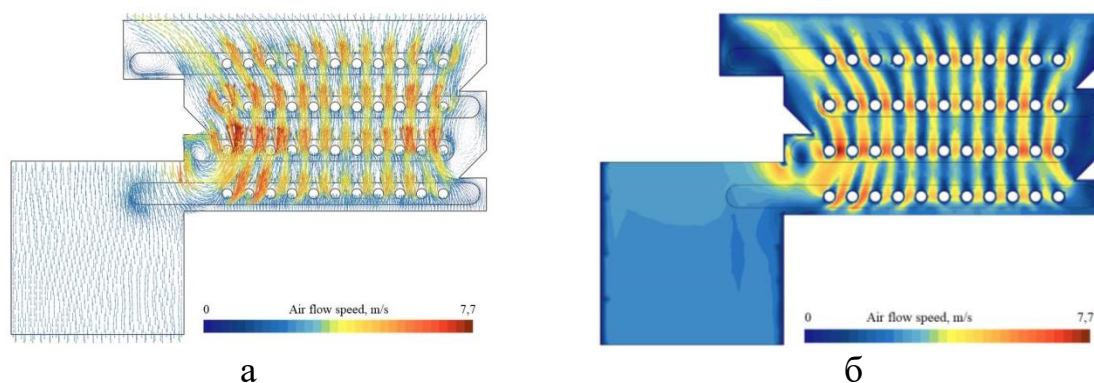


Рис. 2. Візуалізація розподілу швидкості потоку повітря в області конвеєрної сушарки у векторному (а) і скалярному (б) вигляді.

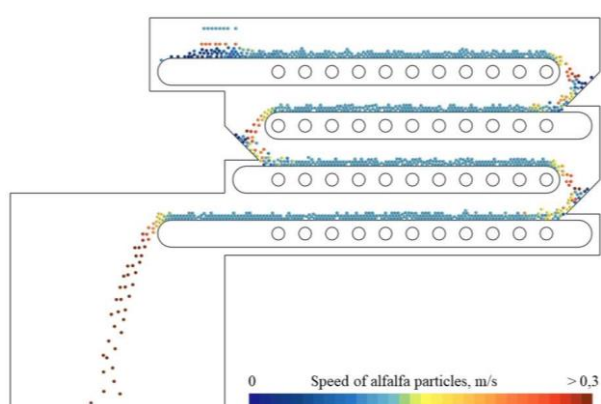


Рис. 3. Візуалізація розподілу швидкості потоку частинок люцерни в області конвеєрної сушарки у скалярному вигляді.

Розглянемо візуалізацію процесу тепломасопереносу повітря під час його нагрівання калориферами (рис. 4).

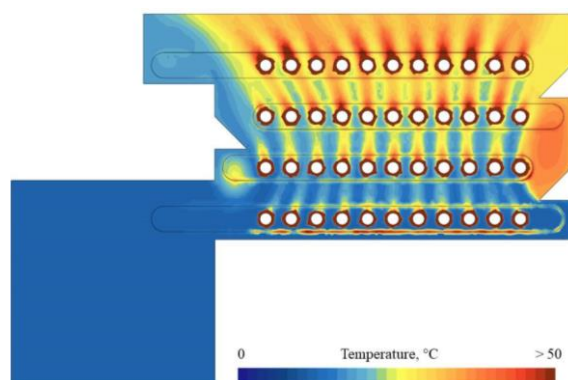


Рис. 4. Візуалізація розподілу температури потоку повітря в області конвеєрної сушарки у скалярному вигляді.

З рис. 4 видно, що потік повітря поступово нагрівається при проходженні через кожен рівень калориферів. Тому люцерна на верхній стрічці буде мати більшу температуру ніж на нижній. Представлені

результати чисельного моделювання підтверджують аналітичні розрахунки.

Висновок. З використанням програмного пакету Simcenter STAR-CCM+ проведено симуляцію технологічного процесу сушіння у конвеєрній сушарці. Отримано візуалізації розподілу швидкості потоку частинок продуктів фракційної переробки бобових трав і потоку повітря в області конвеєрної сушарки у скалярному і векторному вигляді. Визначено розподіл температури потоку повітря в області конвеєрної сушарки у скалярному вигляді і встановлено його вплив на температуру частинок продуктів фракційної переробки бобових трав, які рухаються по стрічкових транспортерах.

#### Список використаних джерел

1. Калетнік Г., Адамчук В., Булгаков В., Кравчук В. Про концепцію сучасного розвитку вітчизняної сільськогосподарської техніки. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2014. Вип.18. С. 19–28.

2. Elgersma A., Soegaard K., Jensen S. K. Vitamin contents in forage herbs. Aspects of Applied Biology. 2012. 115: 75–80.

3. Kindzera D., Hosovskyi R., Atamanyuk, V., Symak, D. Heat transfer process during filtration drying of grinded sunflower biomass. Chemistry and Chemical Technology. 2021. 15(1). 118–124.

4. Hosovskyi R., Kindzera D., Atamanyuk V. Diffusive mass transfer during drying of grinded sunflower stalks. Chemistry and Chemical Technology. 2016. 10 (4): 460–463. doi: 10.23939/chcht10.04.459

УДК 631.365

## АНАЛІЗ ПЕРЕДУМОВ ДЛЯ СИНТЕЗУ РАЦІОНАЛЬНИХ РЕЖИМІВ СУШІННЯ КУКУРУДЗИ В КАЧАНАХ

*Котов Б. І.*

*Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»*

*Степаненко С. П.*

*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН*

*Калініченко Р. А.*

*Відокремний підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України «Ніжинський агротехнічний інститут»*

Зерно кукурудзи має відмінності в порівнянні з зерном колосових і інших культур, що впливає на технологічний процес, зокрема на швидкість сушіння. Зерно кукурудзи характеризується розвинутим зародком, багатим

на білки і жири. Під час сушіння вологообмін відбувається переважно через зародок, і вологість розподіляється нерівномірно вздовж зерна [1, 2]. Під час інтенсивного випаровування вологи з різних частин зерна виникають внутрішні напруження, які можуть спричинити пошкодження зерна. Це явище може виникати також внаслідок усадки зерна.

При сушінні та зволоженні (в верхніх шарах качанів) в зерні починають утворюватися тріщини, які залишаються невидимими на його поверхні. Ці тріщини можуть з'являтися навіть при м'яких режимах сушіння. Швидке охолодження після сушіння також сприяє розтріскуванню зерна. За даними [3], внутрішні тріщини не впливають на посівну якість насіння, але збільшують кількість пошкоджених зерен при переміщенні качанів. Тому важливо знаходити режими сушіння, які не руйнують цілісність зерна.

Основним фактором інтенсифікації процесу сушіння є температура нагрівання зерна [4]. Тому найефективнішим способом підвищення енергоефективності процесу сушіння кукурудзи є використання максимально допустимих температур сушильного агента. Для визначення режимів сушіння дослідники [5] встановили, що теплофізичні властивості не впливають на біологічні характеристики насіння, але посівні властивості і ступінь денатурації білків залежать від температури, експозиції нагрівання і вологості зерна.

Для оптимальних режимів сушіння важливо враховувати вологість зерна, оскільки чим нижча вологість, тим до вищої температури можна нагрівати зерно і тривалість нагрівання може бути продовжена без погіршення якості насіння. Але бажання підвищити інтенсивність сушіння лише шляхом підвищення температури і швидкості сушильного агента може призводити до усадки поверхневих шарів зерна, механічного перенавантаження і розтріскування, а також перегріву поверхні зерна.

При сушінні качанів, завдяки їх великим розмірам і поганій сипкості, використовують спеціальні сушарки, відмінні від звичайних (шахтних). Проте фізичні особливості качанів кукурудзи також можуть мати позитивний вплив на сушіння, так як їхні великі порожнечі, або щілини, зменшують аеродинамічний опір в насипі і сприяють глибокому проникненню сушильного агента в насип, покращуючи відведення вологи при знижені початкової температури. З урахуванням чутливості зерна кукурудзи до механічних ушкоджень, режими сушіння повинні бути технологічно дбайливими, а вимоги до їх підтримання максимально жорсткими.

В контексті процесу сушіння кукурудзи в качанах можна сформулювати ряд вимог, які повинні забезпечити режими і методи сушіння:

1. Збереження здатності до проростання, енергії проростання та інших показників якості насіння.
2. Покращення харчової цінності кукурудзи.

3. Мінімізацію ушкоджень і утворення тріщин під час сушіння.
4. Однорідність висихання всіх частин качанів і партій кукурудзи.

Однак вимоги до процесу сушіння можуть мати певні суперечності. З одного боку, для досягнення рівномірного сушіння потрібно збільшення кількості сушильного агента, що може збільшити витрати енергії. З іншого боку, підвищення швидкості процесу сушіння може призводити до появи тріщин у зерні. Таким чином, у реальних умовах важливо знаходити оптимальні режими сушіння, які б враховували всі вищезазначені вимоги на високому рівні.

Аналіз досліджень сушіння качанів кукурудзи показує, що результати досліджень можуть відрізнятися через різні умови проведення дослідів і застосування різних видів сушильного обладнання. Деякі дослідження проводились в лабораторних умовах, інші - на напіввиробничих установках, а ще інші - на великих камерних сушарках. Усі ці фактори можуть впливати на результати досліджень.

Аналіз проведених досліджень [3-7] розкриває деякі особливості сушіння нерухомого шару качанів кукурудзи.

Зокрема:

1. Середня швидкість сушіння пропорційна обсягові подачі повітря при сталій висоті насипу, і ця залежність виражена у ступені 0,7. За даними [6-7], коефіцієнт теплообміну також залежить від швидкості повітря і виражений у ступені 0,7, що означає, що коефіцієнт теплообміну безпосередньо пропорційний швидкості сушіння.

2. Швидкість сушіння качанів кукурудзи лінійно залежить від температури сушильного агента. Однак вплив температури сушильного агента на швидкість сушіння качанів у випадку значної висоти насипу потребує подальшого дослідження.

3. Під час сушіння качанів у великому насипі спочатку підсихає нижній шар товщиною від 0,4 до 0,6 метрів, а потім послідовно висихають верхні шари, що розташовані вище. Це означає, що фронт сушіння рухається від нижніх качанів до верхніх. У зв'язку з цим загальна кінетика сушіння всього насипу показує прямолінійний відрізок на графічних залежностях.

4. Швидкість сушіння лінійно залежить від вологості качанів.

Отже, для опису кінетики сушіння шару качанів за даних режимів (температура на вході в камеру 40-50°C), може бути застосоване рівняння сушіння, запропоноване О.В. Ликовим. Коефіцієнт сушіння при цьому залежить від температури і швидкості повітря, що надходить на вхід в шар качанів.

Важливо також зауважити, що дані про теплофізичні, фізико-механічні та гігроскопічні властивості шару качанів кукурудзи, отримані різними авторами і узагальнені в різних дослідженнях, можуть різнитися через різні умови проведення експериментів, різні сорти кукурудзи і їх

ступінь стиглості. Тому для точніших результатів потрібно проводити дослідження і узагальнення, враховуючи спільні початкові умови.

Список використаних джерел

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

2. Shvidia V. O., Stepanenko S. P., Kotov B. I., Spirin A. V., Kucheruk V. Yu. (2022) Influence of vacuum on drying of seeds of grain crops. Herald of Karaganda University. "Physics" series. № 3(107)/2022. P. 90-98. <https://DOI:10.31489/2022PH3/90-98>.

3. Калініченко Р. А., Степаненко С. П., Котов Б. І. Формування швидкісного режиму вібропереміщення зерна в процесах термообробки. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Вип. 50. Кропивницький: ЦНТУ, 2020. С. 88-96. <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2020.50.88-96>

4. Калініченко Р. А., Войтюк В. Д. Енергоефективні режими роботи машин для високоінтенсивної термообробки зернових матеріалів: монографія. Ніжин. НДУ імені Миколи Гоголя. 2017. 260 с.

5. Котов Б. І., Мирошник О. В., Степаненко С. П., Калініченко Р. А., Швидя В. О. Моделювання динамічних режимів роботи установок для термообробки зерна у віброзрідженому шарі з комбінованим енергопідведенням. Вібрації в техніці та технологіях. 2011. №1. С.126-129.

УДК 631.362

**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО  
ПРОЦЕСУ РОЗДІЛЕННЯ ЗЕРНОВОГО МАТЕРІАЛУ  
НА ПНЕВМОВІБРОВІДЦЕНТРОВОМУ СЕПАРАТОРІ  
З ПНЕВМОВИХРОВОЮ КАМЕРОЮ**

*Степаненко С. П.*

*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва  
Національної академії аграрних наук*

*Котов Б. І.*

*Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»*

Для розроблення і дослідження процесів сепарування у вихровому полі була виготовлена експериментальна установка [1], яка забезпечена

щільною конусною поверхнею, розподільним диском та каналами аспірації.

Експериментальна установка складається з рами, на якій встановлений зерноочищувальний блок. У верхній частині блока розміщена пневмовихрова камера, а всередині - відцентрові решета, які закріплені на каркасі, які за допомогою важільно-шарнірних підвісів встановлені на остові. Також на остові закріплені: приводний шків з каркасом, подільник зернової суміші в пневмосепарувальний канал, подільник зернової суміші на внутрішню поверхню решета, розміщених в кожусі з вихідними лотками фракцій, приводи обертання ротора і коливального руху решіт.

Пневмосепарувальний канал сформований конічною поверхнею, що забезпечує в каналі прискорений висхідний вихровий потік повітря, яке надходить крізь виконані в циліндричній частині камери в два ряди жалюзі, у вигляді зрізаного конуса з лускою, розміщеними по логарифмічній кривій з нахилом до нижньої частини поверхні зрізаного конуса. До каркаса прикріплені лопатки для вивантаження фракцій зернової суміші в лотки виведення фракцій.

Попередніми дослідженнями [1, 2] встановлено, що причиною незадовільного очищення зернової суміші від легких домішок є нераціональна подача зерна у висхідний повітряний потік. У ході виконання робочого процесу розкидач подає зернову суміш щільним шаром у повітряний потік. Так як в нижній частині серійного подільника встановлені лопатки, то це сприяє нерівномірній (по периметру) подачі зерна у аспіраційний канал за рахунок того, що лопатки направляють зерно у вигляді струменів, тим самим створюючи зони з підвищеною щільністю зерна. Іншим недоліком пневмосепарувальної частини пневмовідцентрового сепаратора є завихрення в зоні з'єднання повітропроводу з верхньою циліндричною частиною аспіраційної камери, що знижує швидкість повітряного потоку в окремих зонах камери.

Експериментальні дослідження щодо процесу розділення зернового матеріалу та обґрунтування раціональних параметрів робочих органів сепаратора проводились на фізичній моделі. Конструкція приводу дозволяла змінювати амплітуду коливань в межах 4-10 мм з інтервалом 2 мм та частоту. Вентилятор установки укомплектований двигуном потужністю 2,5 кВт і забезпечував витрату повітря 2800 м<sup>3</sup>/год при тиску 900 Па.

Сепаруюча поверхня має вигляд циліндра, який виконаний з секції повітропроникного перфорованого металевго листа (діаметр отворів 1,0 мм) та діаметром 0,24 м, на внутрішній поверхні якого виконані виступи (рифли). Площа поверхні складала 0,377 м<sup>2</sup> при висоті циліндра 0,5 м. Кінематичний режим (частота обертів) контролювалась тахометром,



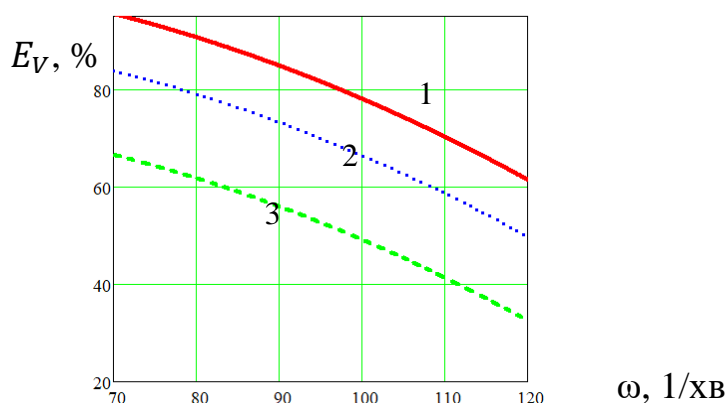
швидкість та тиск повітряного потоку – диференціальним манометром з пневмометричною трубкою.

Дослідження щодо вивчення впливу основних режимних та конструктивних параметрів і технологічних характеристик процесу з метою визначення їх оптимальних значень проводились по плану багатofакторного експерименту, в якості якого був вибраний план Хартлі  $Na_5$ , який забезпечує задовільну точність результатів.

В результаті статистичної та математичної обробки результатів експериментів одержані залежності чистоти і виходу основної (очищеної) фракції від режимних та конструкційних параметрів робочого органа.

Залежність чистоти основної фракції описується рівнянням:

$$E_V = 88,97 + 4,5 \cdot X_1 + 0,39 \cdot X_2 + 6,48 \cdot X_3 - 1,94 \cdot X_4 - 2,77 \cdot X_1^2 - 0,005 \cdot X_2^2 - 0,04 \cdot X_2 \cdot X_3 + 0,03 \cdot X_4 \cdot X_5 - 2,87 \cdot X_3 \cdot X_5 - 1,09 \cdot X_4^2 + 2,6 \cdot X_5^2$$



1 -  $q_m = 1,8$  (кг с/м<sup>2</sup>); 2 -  $q_m = 3,1$  (кг с/м<sup>2</sup>); 3 -  $q_m = 4,2$  (кг с/м<sup>2</sup>);

Рис. 1. Залежність чистоти основної фракції  $E_V, \%$  від частоти коливань  $\omega_V$  за різних значень  $q_m$ .

Аналіз графіків, які характеризують залежність технологічних показників процесу розділення від впливових факторів свідчить, що зі збільшенням частоти вертикальних коливань робочого органа вихід основної фракції на всіх подачах спочатку зростає, а потім починає зменшуватись. Максимальне значення знаходиться в зоні частот близьких до 60-70 1/хв.

#### Список використаних джерел

1. Котов Б. І., Степаненко С. П. Основи теорії та технології повітряної сепарації зернових матеріалів: монографія. Київ : ЦП Компринт, 2023. 427 с.: іл.

2. V. Adamchuk, V. Bulgakov, I. Gadzalo, S. Ivanovs, S. Stepanenko, I. Holovach, & Y. Ihnatiev (2021) Theoretical Study of Vibrocentrifugal Separation of Grain Mixtures on a Sieveless Seed-cleaning Machine Journal of Latvia university of life sciences and technologies. Rural sustainability research. 46(341), 2021. p. 116-124. <https://DOI:10.2478/plua-2021-0023>

УДК 631.331.922

## **МОДЕРНІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПРОТРУЮВАННЯ НАСІННЯ**

*Вечера О. М.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*Куянов В. В.*

*Інститут післядипломної освіти Національного університету харчових технологій*

Проведені останніми десятиліттями дослідження показали, що метод хімічного знезараження не завжди забезпечує необхідну ефективність дезінфекції зерна. Деякі типи мікроорганізмів, присутніх у насінні, спостерігають збільшення стійкості до дії отрутохімікатів, що використовуються в процесі його знезараження. Таким чином для досягнення необхідної ефективності знезараження необхідно застосовувати підвищені дози протруйників, або використовувати нові більш ефективні та дорогі хімічні препарати, які мають високу токсичність. Крім того, існує межа використання отрутохімікатів, після якої їх подальше використання стає небезпечним. При цьому недосконалість технологій і технічних засобів хімічного захисту рослин від шкідників і хвороб, а також недотримання інших агротехнічних і технологічних вимог, призводять до надлишкового вмісту пестицидів у ґрунті, забруднення водоймищ і ґрунтових вод, пригнічення життєдіяльності ґрунтових мікроорганізмів, знищенню корисної мікрофлори. Одним з шляхів поліпшення даної ситуації є покращення передпосівної обробки насіння зернових.

До найбільш ефективних методів обробки насіння - дезінфекції на сьогоднішній день можна віднести різні електрофізичні методи знезараження, такі як: знезараження зерна прискореними електронами, потужним рентгенівським або гама-випромінюванням, струмами високої та надвисокої частоти, ультрафіолетовим опроміненням та іншими, а також озонування. Всі ці методи характеризуються високою ефективністю знезараження, але мають особливості. Так, за допомогою електрофізичних методів можна організувати безперервне знезараження зерна в потоці.

Сучасний світовий ринок машин для протруювання - це переважно камерні, шнекові і ротаційні машини, виготовлені у модифікаціях періодичної чи неперервної дії, стаціонарні і пересувні.

Розроблений раніше інерційно-фрикційний протруювач неперервної дії на сьогодні є найбільш досконалим – він не травмує насіння, навіть гороху, сої, соняшника, ріпаку та ін., самоочищається від залишків препаратів, забезпечує високу продуктивність і якість обробки насіння. Протруювач інерційно-фрикційної дії здійснює неперервну обробку насіння

за такою схемою: насіння з бункера протруювача надходить самопливом через дозуючу горловину по встановленому під нею розподільнику на дно обертового конічного робочого органа, куди під конус подається робоча рідина, яка під дією відцентрових сил розтягується в плівку на дні і зустрічається з насінням, яке обертаючись навколо своєї осі, відбирає своєю поверхнею препарат. Оброблене таким чином насіння самопливом вивантажується через випускную горловину але нанесений препарат не встигає утворити стійку тверду плівку за браком часу для цього і високої вологості повітря всередині камери протруювання.

Як показав аналіз конструктивно-технологічних параметрів цих протруювачів, вони потребують вдосконалення, особливо в напрямку забезпечення можливостей безпосереднього використання їх у фермерських господарствах, які до сьогодні змушені користуватися шнековим протруювачем ПНШ-3, що є модифікацією знятого з виробництва ще у 70-х роках ХХ століття протруювача ПСШ-3 [2].

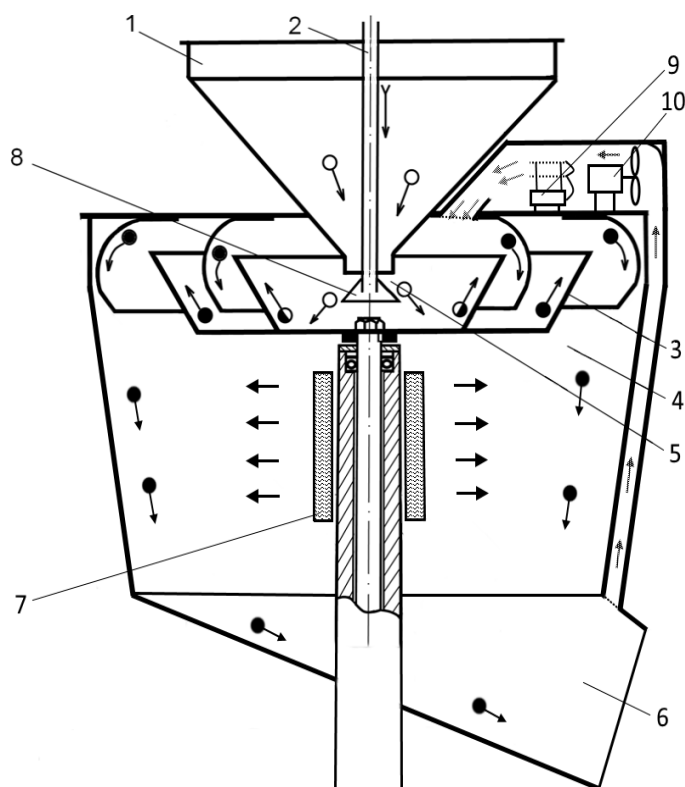


Рис. 1. Робочий процес модифікованого протруювача інерційно-фрикційного типу: 1 - бункер; 2 - трубка подачі робочої рідини; 3 - чашоподібний змішувач; 4 - камера протруювання; 5 - дозатор насіння; 6 - вивантажувальна горловина; 7 - ультрафіолетовий електро випромінювач; 8 - конічний розподільник; 9 - генератор озону; 10 - повітряний нагнітач.

В результаті була розроблена нова вдосконалена конструкція протруювача інерційно-фрикційного типу (рис. 1), яка має значно збільшену камеру протруювання з встановленим всередині потужним інфрачервоним

джерелом опромінення, яке забезпечує швидкий нагрів поверхні протруєного насіння і підсушування його в процесі руху. Одночасно відбувається ультрафіолетове опромінення (фото стимуляція) насіння. Зверху додатково встановлений генератор озону з повітряним нагнітачем, який засмоктує повітря з вивантажувальної горловини, збагачує його озоном та подає в камеру протруювання.

Внаслідок комплексного впливу на насіння – знезараження озоном та дії опромінення швидко утворюється тверда плівка робочого препарату на поверхні, вона більш стійка до стирання та утримує більшу кількість пестицидів на насініні, таким чином підвищується загальна ефективність обробки і підвищується врожайність культури завдяки додаткового знезараження озоном. Також значна ефективність по збільшенню схожості була досягнута в дослідах по використанню фото стимуляції насіння найбільш поширених на території України сільськогосподарських культур – буряка, ячменю, сої, озимої пшениці, кукурудзи [3]. Крім того, в залежності від стану та виду насіння, стає можливо виконати екологічне знезараження без застосування пестицидів, використовуючи тільки дію ультрафіолету та озону.

Список використаних джерел

1. Сергій Кнечунас Авіцена – вдалиий старт на шляху до якісного та високого врожаю. Кнечунас Сергій. Агроном. 2016. №3. С. 82-84.

2. Тримбач С. П., Вечера О. М. Сучасний стан та перспективи розвитку машин для протруювання насіння с.-г. культур. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин, 2011. Вип. 41. С. 406-413.

УДК 631.331.922

## **ТЕХНОЛОГІЯ ОЗОНУВАННЯ ДЛЯ ПРОТРУЮВАННЯ НАСІННЯ**

*Вечера О. М.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*Куянов В. В.*

*Інститут післядипломної освіти Національного університету харчових технологій*

Мета: модернізація універсального протруювача насіння з метою підвищення якості технологічного процесу.

Сучасні господарства зменшують інтенсивність виробництва з використанням високоякісного насіння, та сподіваються, що така стратегія

означатиме нижчу якість врожаю, але забезпечить його достатній обсяг. Тому підготовку насіння для посіву (очистку, калібровку та протруювання) господарства проводять часто самостійно для здешевлення цих процесів.

Але при тривалому зберіганні зерна в силосі або буртах спостерігається розмноження в ньому різних мікроорганізмів та пліснявих грибків. Внаслідок їх життєдіяльності в зерновій масі накопичуються токсини, які призводять до швидкого псування насіннєвого матеріалу. Для запобігання мікробіологічному зараженню зерна потрібно здійснювати його знезараження. Як правило, для цього використовується метод хімічного знезараження за допомогою отрутохімікатів.

Проведені в останні десятиліття дослідження показали, що метод хімічного знезараження не завжди забезпечує необхідну ефективність дезінфекції зерна. Було виявлено, що у деяких типів мікроорганізмів, присутніх в зерні, спостерігається збільшення стійкості до дії отрутохімікатів, що використовуються в процесі його знезараження.

Тобто для досягнення необхідної ефективності знезараження необхідно застосовувати підвищені дози протруйників, або використовувати нові більш ефективні та дорогі хімічні препарати, які мають високу токсичність. Крім того, існує межа використання отрутохімікатів, після якого подальше їх використання стає небезпечним.

Результати аналізу технологічних і технічних рішень машин для нанесення рідких пестицидів на насіння сільськогосподарських культур та теоретичних досліджень передумов реалізації цього процесу свідчать, що підвищення якості обробки насіння досягається за рахунок змін в процесі за допомогою використання електрофізичних методів.

Постало питання пошуку такого методу знезараження, який би мав високу ефективність та крім того, його впровадження не викликало б великих капітальних витрат. Одним із таких методів є знезараження зерна за допомогою озонування.

При застосуванні озонування слід прийняти до уваги, що для здійснення знезараження зерна не потрібно застосування жодних додаткових реагентів – озон утворюється безпосередньо з атмосферного повітря та для його утворення необхідно лише підключити установку до електромережі. Також слід врахувати, що озон відноситься до екологічно безпечних речовин. Він дуже швидко (протягом кількох десятків хвилин) перетворюється на звичайний кисень, не завдає жодної шкоди здоров'ю людини або навколишньому середовищу.

Озон взаємодіє з мембранною структурою клітини бактерій, грибів, структурною одиницею вірусів, що призводить до порушення її бар'єрної функції та їхньої загибелі.

Взаємодія озону з рослинним матеріалом викликає у ньому зниження енергетичного рівня зв'язків вологи, прискорює процес його підсушування та підвищує ефективність.

Так, сушіння зерна в озono-повітряному середовищі крім ефективного знезараження забезпечує та покращує якісні показники зерна, а також покращує показники схожості.

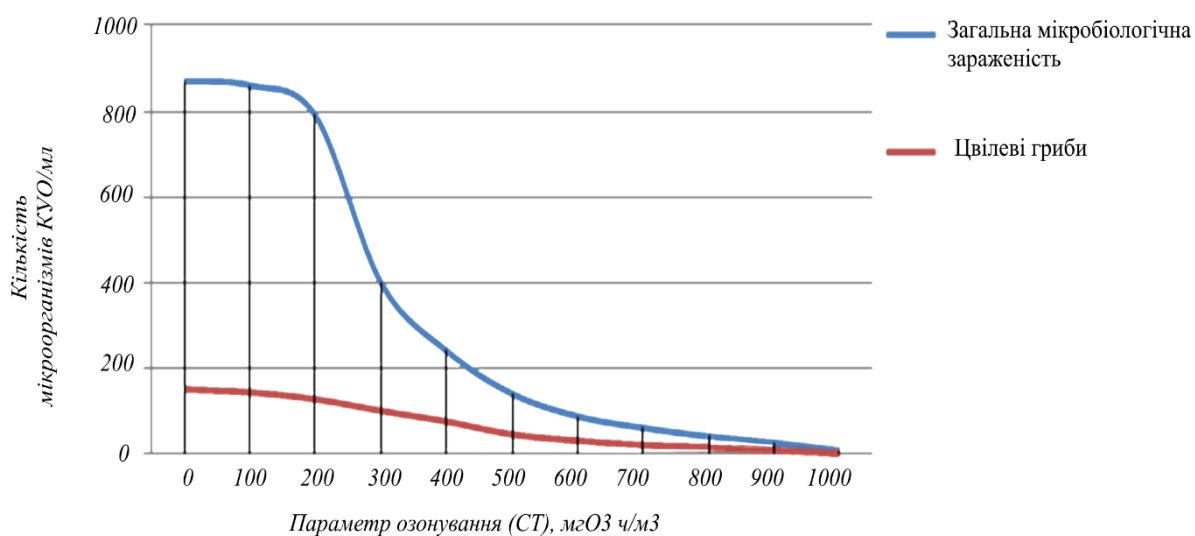


Рис. 1. Ефективність знезараження зерна озonom.

Як видно з рис. 1 при досягненні параметра озонування значення СТ 650...700 мгО<sup>3</sup>·год/м<sup>3</sup>, кількість мікроорганізмів, що перебувають у зерні, зменшується приблизно в 9...10 разів, у цвілевих грибів – у 6...7 разів. Стійкий ефект зберігається в протязом кількох тижнів, при цьому знижується сприйнятливість зерна до різних видів інфекцій та захворювань, у тому числі і до сажкових хвороб.

У зв'язку з цим розроблена нова вдосконалена конструкція протруювача інерційно-фрикційного типу, яка має значно подовжену камеру протруювання з встановленим зовні потужним джерелом озону, яке забезпечує необхідну концентрацію озону за допомогою кільцевого потоку повітряно - озонної суміші знизу вверх камери для мінімального витoku назовні. При проходженні через насіння, яке рухається зверху вниз відбувається активний контакт з його поверхнею (продувка насіння).

Використання озону для обробки зерна в протруювачах, дозволяє забезпечити його більш якісний захист від різних шкідників та мікроорганізмів, а також забезпечити надійне його зберігання та збільшення схожості насіння без використання додаткових токсичних протруйників і таким чином підвищується загальна ефективність процесу протруювання. Також слід врахувати, що озон відноситься до екологічно безпечних речовин.

УДК 631.333.5

## ДО ПИТАННЯ ОБГРУНТУВАННЯ ФОРМИ ПОВЕРХНІ ВІДЦЕНТРОВОГО ДИСКА

*Деркач І. О., Деркач О. П., Друзюк Б. І.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Однією з причин, що суттєво впливає на якість поверхневого внесення твердих мінеральних добрив відцентровими дисковими розкидними робочими органами є нерівномірність розподілення добрив по поверхні поля. Це пов'язано з тим, що у дискового робочого органа з прямими лопатками добрива сходять з диска не по всьому його периметру, а тільки з кінців лопаток і укладаються на поверхню ґрунту у вигляді концентричних кіл. Оскільки лопатки на диску закріплені з певними проміжками, а машина безперервно рухається вперед, то кільця розсівання утворюються на певній відстані один від одного, що свідчить про пульсуючу подачу матеріалу [1]. З огляду на вищевикладене, наше теоретичне обґрунтування форми робочої поверхні відцентрового дискового розсіювального робочого органа базується на припущенні про безперервне сходження частинок добрив з робочої поверхні диска від моменту надходження до моменту кінцевого сходу. Тобто потік добрив повинен бути безперервним. Крім того, нами врахувана вимога про те, що частинки добрив повинні надходити на робочий орган без ударів та руйнування гранул. Припускаємо, що тіло, яке володіє активною сипкістю, здатне прийняти форму конуса. Такий робочий орган під час роботи має проходити дві фази. У першій фазі частинки добрив повинні взаємодіяти з робочою поверхнею розкидного диска. У другій фазі, частинки, що вже набрали необхідну швидкість, здійснюють вільний політ у повітряному середовищі та розподіляються по поверхні ґрунту [2].

З урахуванням законів руху сипких матеріалів по опорній поверхні, можна зробити висновок, що якщо на початковій стадії (першій фазі) робочого процесу частки добрив направити вздовж конічної поверхні, то це дозволить їм не тільки рухатися без зіткнень, але й запобігатиме руйнуванню гранул. Потік матеріалу, що досяг вершини конуса, буде розподілятися рівномірним шаром і зміщуватися вниз по конічній частині робочого органа. Конічна форма робочої поверхні відцентрового пристрою не тільки допомагає часткам рухатися без зіткнень, але й відокремлюватися від різних точок поверхні, оскільки радіус робочої поверхні збільшується від вершини до основи. Відокремлення часток добрив від робочої поверхні відцентрового пристрою можливе лише у тому випадку, коли проекція сил, що діють на частку на нормаль  $N$ , дорівнює нулю.

Диференціальне рівняння відокремлення частинок, що рухаються по

увігнутій поверхні, при її одночасному обертальному русі, запишеться у вигляді:

$$N + \frac{P}{g} \omega_e^2 y \frac{dx}{dS} - P \frac{dy}{dS} = 0, \quad (1)$$

де  $P$  – маса частинок,  $H$ ;  $g$  – прискорення сили тяжіння,  $m/c^2$ ;  $\omega_e$  – кутова швидкість обертання,  $c^{-1}$ ;  $x, y$  – поточні координати ліній обертання,  $mm$ .

Якщо координату  $X$  вважати незалежною змінною і враховуючи, що в момент відокремлення нормальна реакція  $N = 0$ , з рівняння (1) встановимо залежність  $y = f(x)$ .

$$\frac{P}{g} \omega_e^2 y \frac{dx}{dS} = P \frac{dy}{dS},$$

звідки

$$\frac{dy}{y} = \frac{\omega_e^2}{g} dx \quad (2)$$

Інтегруючи рівняння (2), матимемо:

$$\int_{R_0}^y \frac{dy}{y} = \frac{\omega_e^2}{g} x,$$

або

$$\ln|y| = \left| \int_{R_0}^y \frac{\omega_e^2}{g} x \right| \quad (3)$$

Рівняння (3) можна представити у вигляді

$$\ln|y| - \ln R_0 = \frac{\omega_e^2}{g} x$$

При  $R_0 = 1$ ,  $\ln R_0 = 0$  і тоді отримаємо

$$\ln|y| = \frac{\omega_e^2}{g} x,$$

Звідки

$$|y| = e^{\frac{\omega_e^2}{g} x} \quad (4)$$

**Висновок.** Аналіз отриманого рівняння (4) показує, що для забезпечення безперервного відокремлення частинок добрив, поверхня конусної частини робочого органу повинна бути утворена обертанням логарифмічної кривої навколо вертикальної осі.

Список використаних джерел

1. Адамчук В. В. Теорія відцентрових робочих органів машин для внесення мінеральних добрив. Київ. Аграрна наука, 2010. 178 с.

2. Деркач О. П., Несвідоміна О. В. Рух частинок мінеральних добрив по поверхні туконапрямки у вигляді еліптичного циліндра. Науковий вісник НУБіП України. Серія: техніка та енергетика АПК. К., 2014. Вип.196, Ч.1. С.87-93.



УДК 631.345.3

## ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ГРЕБІНКИ ОБЧІСУВАЛЬНОЇ ЖАТКИ

*Деркач І. О., Деркач О. П., Костенко М. В.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Нині в якості зелених добрив широкого розповсюдження набув люпин білий, для збирання насіння якого використовують технічні засоби аналогічні до засобів для збирання зернових культур. Одним із недоліків люпину білого, що впливає на втрати при збиранні, є неодноразовість дозрівання насіння, що тягне за собою пошкодження насіннєвого матеріалу робочими органами збиральних машин. Для вирішення цієї проблеми пропонуються нові технології та технічні засоби. Однією з таких технологій є сучасна технологія з відділенням насіннєвої частини від стебла у полі. Для цього на зернозбиральний комбайн встановлюють обчисувальну жатку, яка дозволяє здійснювати відокремлення бобів, залишаючи при цьому стебло в полі [1].

Спосіб збирання з відділенням насіннєвої частини рослин в полі має ряд переваг: внаслідок зміни об'єму оброблюваної рослинної маси зменшується завантаження транспортувальних і молотильних робочих органів, знижується навантаження на сепарувальні робочі органи, підвищується в 1,5...2,0 рази продуктивність комбайна, знижуються втрати та пошкодження насіння і, як наслідок, скорочуються терміни збирання врожаю. Якість виконання технологічного процесу роботи зернозбирального комбайна з обчисувальною жаткою, насамперед, визначається роботою обчисувального ротора із закріпленими на ньому знімними гребінками. Від типу цих робочих органів та їх технічних характеристик залежать конструктивні параметри обчисувального пристрою в цілому [2]. Аналіз різних типів обчисувальних пристроїв дозволяє зробити висновок про те, що робочі органи, які застосовуються в них, не здатні забезпечити якісний показник повноти збору насіння при збиранні білого люпину. Для забезпечення повноти збору насіння при збиранні люпину білого розроблено робочий орган - гребінку для великонасінних культур.

Знімна гребінка містить пластину 1 (рис. 1) з вигнутим профілем, по довжині робочої поверхні 2 якої виконані прорізи, що утворюють зуби 3. Обчисувальний пристрій для великонасінних культур працює наступним чином. При переміщенні ротора знизу-вгору з зафіксованими на ньому гребінками відбувається захоплення маси, що обчисується, яка переміщується до бічних поверхонь зубів 3 по криволінійній робочій кромці, тим самим виконуючи процес обчисування. Робоча криволінійна кромка від вершини зуба має змінний радіус, завдяки якому рослина з

найменшим тертям цілеспрямовано надходить до бокових поверхонь зубів 3, що сприяє забезпеченню режиму роботи пристрою, що обчісує.

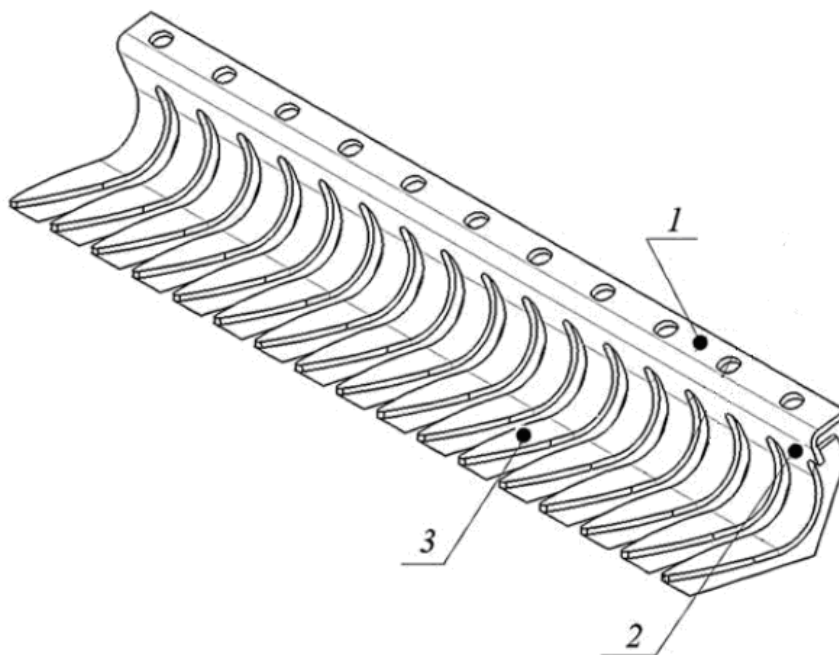


Рис. 1. Гребінка для великонасінних культур: 1 – пластина; 2 – робоча поверхня; 3 – зуб.

При створенні дослідного зразка гребінок були обґрунтовані їх параметри, такі як відстань між бічними поверхнями зубів для великонасінних культур радіус його закруглення  $r_z$ , довжина  $l_z$ , ширина  $b_z$  зубів. Виходячи з вивчених морфологічних ознак рослин люпину білого, було визначено відстань між бічними поверхнями зубів гребінки  $t_n$  та радіус його заокруглення  $r_c$ . Дані параметри були вибрані виходячи з умови запобігання заклинюванню стебел біля основи зубів.

$$t_n \geq D_{\max}, \quad (1)$$

де  $t_n$  – відстань між бічними поверхнями зубів гребінки;

$D_{\max}$  – максимальний діаметр стебла.

Довжину гребінки  $l_{gp}$  (рис. 2) визначили за такою формулою:

$$l_{gp} = l_z + l_n, \quad (2)$$

де  $l_z$  – довжина зуба гребінки, м;

$l_n$  – довжина неробочої частини гребінки, м.

Від значення довжини зуба гребінки  $l_z$  залежить якісний процес обчісування рослин, що впливає на втрати та пошкодження насіння за жаткою в цілому.

Довжина зуба гребінки  $l_z$  визначається виразом:

$$l_z = l_{BX} + l_p, \quad (3)$$

де  $l_{BX}$  – довжина частини зуба, що входить в стеблостій, м;

$l_p$  – довжина робочої частини зуба, м.

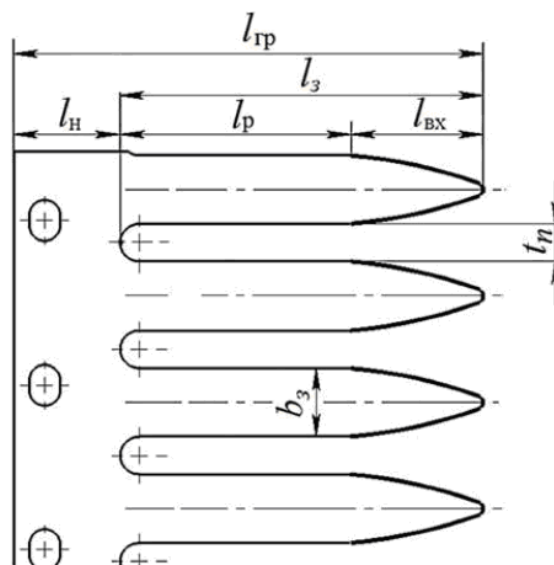


Рис. 2. Схема обчісувальної гребінки для великонасінних культур.

Довжина робочої частини зуба  $l_p$  визначається за такою формулою:

$$l_p = R_0 + \frac{V_m \cdot t - R_0 \cdot \sin \alpha_y}{\sin(\omega \cdot t + \alpha_y)}, \quad (4)$$

де  $\alpha_y$  – кут встановлення гребінок відносно горизонтальної осі ротора, град;  
 $t$  – час, що дорівнює моменту руху зуба гребінки від входження в зону розміщення бобів до його виходу з цієї зони, м.

Для визначення ширини зуба  $b_з$  пропонується вираз:

$$b_з = \frac{n_c \cdot \omega \cdot Z}{2\pi \cdot V_m \cdot W} - t_n, \quad (5)$$

де  $n_c$  – кількість стебел, що обчісуються за робочий хід одним зубом гребінки, шт;  $W$  – густина стеблостою, шт/м<sup>2</sup>;  $Z$  – кількість рядів гребінок обчісувального ротора, шт;  $t_n$  – відстань між бічними поверхнями зубів гребінки, м;

Висновки. 1. Обґрунтовано основні параметри гребінки для збирання великонасінних культур: довжина зуба  $l_з=0,072$  м, ширина зуба  $b_з=0,021$  м, відстань між зубами  $0,032$  м та кут нахилу зубів гребінки щодо горизонтальної поверхні  $\eta=24^\circ$ .

2. Застосування обчісувальної жатки з гребінками для великонасінних культур порівняно з гребінками, що застосовуються провідними виробниками обчісувальних пристроїв, дозволяє при збиранні люпину білого знизити втрати насіння за жаткою в 5 разів.

Список використаних джерел

1. Козаченко О. В., Дьяконов С. О., Гончаров В. В., Пахучий А. М. Дослідження режимних параметрів обчісувального барабану жнивarki. Вісник Харківського національного технічного університету сільського

господарства імені Петра Василенка. Харків: ХНТУСГ. 2019. Вип. 199. С. 388-396.

2. Amin Goli, Abdoljalal Khojamli, Javad Khazaei, Shahriar Kouravand, Gholamreza Chegini. The Study of the Effect of the Rotational Speed and the Horizontal Distance Fingertips to Nose on the Head Losses of Wheat Stripping. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. 2017. №6(5). С. 1-11.

УДК 631.333

## ОБГРУНТУВАННЯ КУТА НАХИЛУ ЛОПАТКИ РОТОРНОГО РОБОЧОГО ОРГАНА

*Деркач І. О., Деркач О. П., Качунь Т. Ю.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Аналіз роторних робочих органів з горизонтальною віссю обертання дозволив встановити, що 30% гранул добрив руйнуються внаслідок удару по них лопатки ротора. Як наслідок підвищується маса порошкоподібної фракції, яка має різний гранулометричний склад, частинки якої мають різну масу, а отже і різний кут вильоту у вертикальній площині. В подальшому це позначається на траєкторії руху викинутих частинок та нерівномірному їх розподіленні у зоні внесення. Багато дослідників також відзначають, що даний тип робочих органів сприяє утворенню широкого вертикального нещільного віялового потоку частинок, який сприяє нерівномірному їх розподілу і ускладнює роботу у вітряну погоду. Низка авторів дійшла висновку, що зменшити дроблення частинок можна шляхом зміни кута нахилу лопатки та її форми [1].

В теорії розсіювання добрив роторними робочими органами з горизонтальною віссю обертання на динаміку руху частинок значний вплив має положення лопатки відносно центра обертання, кут її нахилу до осі ротора та радіус.

Лопатки ротора можуть бути розміщені відносно центра обертання радіально, з кутом нахилу назад або вперед [2].

Розглянемо три варіанти розміщення лопатки відносно осі ротора при умові рівномірної подачі добрив на лопатку масою  $m$  при частоті обертання  $\omega$ . У варіанті радіального розміщення лопатки, кут нахилу її до осі ротора  $\varphi=0$  (рис. 1).

Схема дії сил на частинку добрив при розміщенні лопаток під кутом  $\varphi < 0$  показано на (рис. 2).

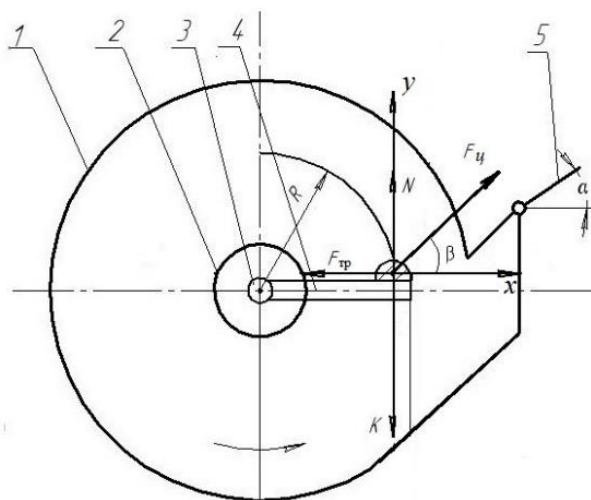


Рис. 1. Схема сил, що діють на частинку добрива при куті нахилу лопатки  $\varphi=0$ : 1 – кожух; 2 – диск ротора; 3 – вал; 4 – лопатка; 5 – дефлектор.

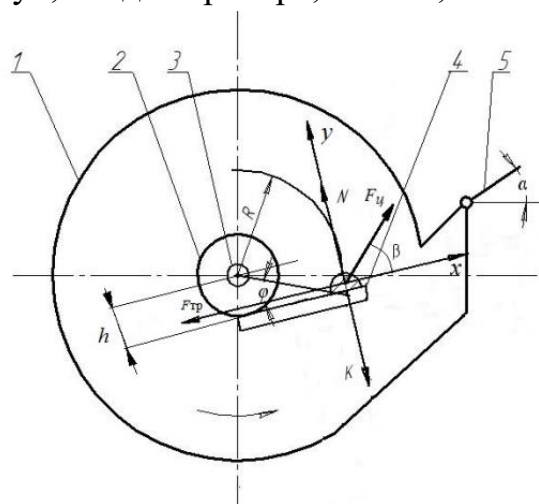


Рис. 2. Схема сил, що діють на частинку добрива при куті нахилу лопатки  $\varphi<0$ : 1 – кожух; 2 – диск ротора; 3 – вал; 4 – лопатка; 5 – дефлектор.

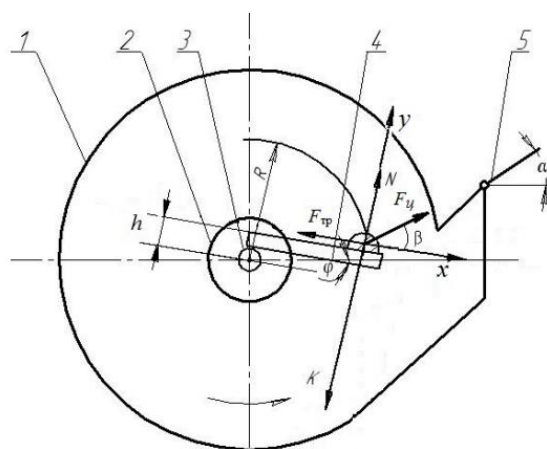


Рис. 3. Схема сил, що діють на частинку добрива при куті нахилу лопатки  $\varphi>0$ : 1 – кожух; 2 – диск ротора; 3 – вал; 4 – лопатка; 5 – дефлектор.

На рис. 3 представлено третій варіант - розміщення лопаток під кутом  $\varphi > 0$ .

При цьому:  $N$  - сила нормальної реакції;  $F_g$  - відцентрова сила інерції;  $F_T$  - сила тертя;  $K$  - сила Кориоліса;  $R$  - радіус ротора (довжина лопатки).

Виразивши математично, отримуємо:

$$F_g = m\omega^2 R = m\omega^2 \cdot \sqrt{x^2 + h^2}, \quad (1)$$

$$K = 2\omega\dot{x} \cdot m,$$

$$\sin \beta = \frac{h}{\sqrt{x^2 + h^2}},$$

$$\cos \beta = \frac{x}{\sqrt{x^2 + h^2}}$$

Провівши аналіз схем розміщення лопаток ротора відносно центру обертання, дійшли до висновку, що знизити силу тертя добрив по лопатці можна у третьому варіанті, коли лопатки розташовані над центром обертання ротора при куті нахилу лопатки  $\varphi > 0$ . При такому розташуванні відстань  $h$  зменшує силу тертя, а відцентрова сила допомагає сходу частинки з лопатки.

Розташування лопаток ротора, яке показане (рис. 2), навпаки, збільшує силу тертя вантажу по поверхні лопатки, додаючи до неї відстань  $h$ . Водночас відцентрова сила прагне направити добрива не у бік вивантажувального вікна, а до центру обертання ротора.

Висновок. Знизити силу тертя добрив по лопатці можна, коли лопатка розташована над центром обертання ротора при куті її нахилу  $\varphi > 0$ .

#### Список використаних джерел

1. Дідух В. Ф., Цизь І. Є., Сацюк В. В. Перспективи використання гранульованих органо-мінеральних добрив (ОМД) у системі точного землеробства. Збірник наукових праць Національного аграрного університету. Механізація сільськогосподарського виробництва. Том XI. Київ, НАУ, С. 180-185.



МЕЗ-115 «Автотрактор» обладнано підвіскою та пневматичними шинами, тому вся маса начіпного ТМ сприймається пружними елементами МЕЗ. ТМ з'єднано з енергетичним засобом за допомогою навісного пристрою, в конструкції якого є гідроциліндри та гідравлічна система, котра буде сприймати всі навантаження від ТМ [3]. Ця багатомасова пружна система складається з маси МЕЗ  $m_1$  та маси ТМ  $m_2$ . Вся система обертається навколо Ц.м. агрегата і має 1-й ступінь вільності ( $\varphi_1$ ), а маса ТМ обертається навколо шарніру приєднання нижніх тяг ( $\varphi_2$ ) і має 2-й ступінь вільності, які описуються кутами коливань мас (рис. 1).

Диференціальні рівняння для обертових мас склалися, використовуючи принцип Д'Аламбера [4].

Система диференціальних рівнянь, які описують процес розгону ТМ під час агрегування:

$$\left\{ \begin{array}{l} J_1 \cdot \frac{d^2}{dt^2} \varphi_1 = G_1 \cdot r \cdot \cos \delta_1 - F_{\Pi} \cdot (b - r) \cdot \cos \delta_2 - C_2 \cdot (L - r)^2 \cdot \varphi_1 - \\ - v_2 \cdot (L - r)^2 \cdot \frac{d}{dt} \varphi_1 + C_1 \cdot (k + r)^2 \cdot \varphi_1 + v_2 \cdot (k + r)^2 \cdot \frac{d}{dt} \varphi_1 + \\ + C_3 \cdot (b - r)^2 \cdot \cos(\delta_1 + \delta_2) \cdot (\varphi_2 - \varphi_1) + v_3 \cdot (b - r)^2 \cdot \\ \cdot \cos(\delta_1 + \delta_2) \cdot \left( \frac{d}{dt} \varphi_2 - \frac{d}{dt} \varphi_1 \right); \\ J_2 \cdot \frac{d^2}{dt^2} \varphi_2 = -G_2 \cdot k_2 \cdot \cos \delta_2 + F_{\Pi} \cdot (b - r) \cdot \cos \delta_2 - \\ - C_3 \cdot (b - r)^2 \cdot \cos(\delta_1 + \delta_2) \cdot (\varphi_2 - \varphi_1) - \\ - v_3 \cdot (b - r)^2 \cdot \cos(\delta_1 + \delta_2) \cdot \left( \frac{d}{dt} \varphi_2 - \frac{d}{dt} \varphi_1 \right). \end{array} \right. \quad (1)$$

де  $J_1, J_2$  – приведений момент інерції мас МЕЗ та ТМ, кг · м<sup>2</sup>;

$G_1, G_2$  – вага МЕЗ та ТМ, Н;

$r$  – відстань від Ц.м. МЕЗ до Ц.м. агрегату, м;

$k$  – відстань між Ц.м. МЕЗ та передньою віссю, м;

$b$  – відстань між Ц.м. МЕЗ та віссю обертання пристрою для агрегування ТМ, м;

$k_2$  – відстань між віссю обертання пристрою для агрегування ТМ

та Ц.м. маси  $m_2$ , м;

$L$  – міжосьова відстань МЕЗ, м

$C_1, C_2$  – лінійна жорсткість шин та підвіски коліс передньої та задньої осей МЕЗ, Н/м;

$C_3$  – лінійна жорсткість гідросистеми, Н/м;

$v_1, v_2$  – лінійне демпфування шин та підвіски коліс передньої та задньої осей МЕЗ, Н · с/м;

$v_3$  – лінійне демпфування гідросистеми, Н · с/м;

$F_{\Pi}$  – рушійна сила, яка виникає в гідроциліндрі, Н.



Система диференціальних рівнянь, які описують процес гальмування ТМ під час агрегування:

$$\left\{ \begin{array}{l} J_1 \cdot \frac{d^2}{dt^2} \varphi_1 = -G_1 \cdot r \cdot \cos \delta_1 + C_1 \cdot (L - r)^2 \cdot \varphi_1 + v_1 \cdot (L - r)^2 \cdot \frac{d}{dt} \varphi_1 - \\ - C_2 \cdot (k + r)^2 \cdot \cos \delta_1 \cdot \varphi_1 - v_2 \cdot (k + r)^2 \cdot \cos \delta_1 \cdot \frac{d}{dt} \varphi_1 + \\ + C_3 \cdot (b - r)^2 \cdot \cos(\delta_1 + \delta_2) \cdot \left( \frac{d}{dt} \varphi_2 - \frac{d}{dt} \varphi_1 \right); \\ J_2 \cdot \frac{d^2}{dt^2} \varphi_2 = -C_3 \cdot (b - r) \cdot \cos(\delta_1 + \delta_2) \cdot (\varphi_2 - \varphi_1) - \\ - v_3 \cdot (b - r)^2 \cdot \cos(\delta_1 + \delta_2) \cdot \left( \frac{d}{dt} \varphi_2 - \frac{d}{dt} \varphi_1 \right) + G_2 \cdot k_2 \cdot \cos \delta_2. \end{array} \right. \quad (2)$$

Рішення систем диференціальних рівнянь будуть виконуватись за допомогою математичного пакета програм MathCad, які вирішують системи диференціальних рівнянь методом Рунге-Кутта із змінним кроком.

Висновки. Отримана математична модель, дає можливість встановити взаємозв'язок між основними конструкційними параметрами МЕЗ, навісного пристрою та ТМ під час виконання процесу агрегування.

#### Список використаних джерел

1. Погорілий С., Присяжний В. Перспективи використання мобільних енергетичних засобів тягового класу 1,4-2 в агропромисловому виробництві. Механізація та електрифікація сільського господарства : загальнодерж. зб. / ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2022. Вип. № 15 (114). С. 108–114. doi: <https://doi.org/10.37204/0131-2189-2022-15-13>.

2. ДСТУ 2189-93. Система стандартів безпеки праці. Машина сільськогосподарські навісні та причіпні. Загальні вимоги безпеки. Зі зміною № 1 та поправкою. [Чинний від 1994-01-01]. Київ. 1994.

3. Погорілий С. П., Присяжний В. Г., Мірний В. Ю. Обґрунтування параметрів навісного пристрою мобільного енергетичного засобу типу «Автотрактор» тягового класу 1,4. Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. (Електронне наукове фахове видання). 2023. Випуск №13, том 2. С. 109-116. <https://doi.org/10.31388/2220-8674-2023-2-10>.

4. Булгаков В. М., Яременко В. В., Черниш О. М., Березовий М. Г. Теоритична механіка : підручник. Київ. Центр учбової літератури, 2017. 640 с. ISBN <https://doi.org/978-617-673-513-7>

УДК 621.01: 631.354

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МАШИН ТЕХНОЛОГІЇ ВЕРТИКАЛЬНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ**

*Заєць М. Л., Сергійчук О. М.  
Поліський національний університет*

Постановка проблеми. Вертикальний обробіток ґрунту подається як спосіб обробки з низьким рівнем впливу на ґрунт, який допомагає фермерам швидше розробляти тверді залишки великостеблових культур, з метою створення відповідного посівного ложа для послідувочої сівби. Але в кращому випадку думки різняться, коли мова заходить про те, що таке вертикальний обробіток ґрунту, чи то продукція, доступна сьогодні на ринку, чи ступінь обробітку ґрунту, який вважається прийнятним. Серед виробників знаряддя для обробітку ґрунту немає консенсусу щодо того, що являє собою знаряддя для вертикального обробітку ґрунту та чого він має досягати, було б не сказати нічого.

Чому існує така розбіжність у думках щодо цієї популярної практики обробітку ґрунту. За поширення даного способу, ми, частково, повинні дякувати виробникам сільськогосподарського обладнання за розмитість визначення, оскільки, багато хто представив нові знаряддя під виглядом вертикального обробітку ґрунту, які не могли б кваліфікуватися як такі за початковим визначенням.

Аналіз останніх досліджень. Початкове визначення вертикального обробітку ґрунту, було вперше введено в середині 1990-х років, передбачало обробіток ґрунту перед сівбою, яке не створювало стратифікації – або горизонтального шару щільності – під сошником сівалки, який би перешкоджав росту рослин [1]. Стратифікаційний шар можна описати як «очищений» шар ґрунту під сівалкою, який містить частинки ґрунту високої щільності, які перешкоджають ранньому росту коренів. Щільні шари ґрунту утворюються, коли ґрунтообробне знаряддя протягують через ґрунт в горизонтальній площині. Створений шар щільності ґрунту дорівнює площі контакту в нижній частині знаряддя. Для ведення сільського господарства у «вертикальному форматі», у якому волога та поживні речовини рухаються вгору та вниз у профілі ґрунту, важливо спочатку видалити всі горизонтальні шари стратифікації з минулого та не створювати нових змін у щільності ґрунту. Плющилка McFarlane SPR1000 була першим інструментом, використаним для виконання цієї роботи, і, можливо, вважалася першим інструментом для вертикального обробітку ґрунту [2].

Вагомий внесок у розвиток машин для вертикального обробітку ґрунту зроблено працями вчених Адамчука В. В., Шевченка І. А.,

Войтюка Д. Г., Гукова Я. С., по розробці конструкційно-технічних схем та основних показників ґрунтообробних знарядь, в яких розглядається синтез між основними параметрами робочих органів машин для вертикального обробітку і якістю обробітку, та вплив їх на ефективність роботи агрегату [3-6].

Передпосівний культиватор для вертикального обробітку ґрунту McFarlane SPR1000 був, мабуть, першим знаряддям для вертикального обробітку ґрунту (рис.1.а). Він розроблений для легкого обробітку ґрунту без створення розпушеного шару ґрунту. Проте деяким виробникам потрібна була машина, здатна переміщати на більшу глибину ґрунту та створювати більш розпушене посівне ложе. Це призвело до винаходу Reel Disk у 2007 році (рис.1.б).



Рис. 1. Агрегат для вертикального обробітку ґрунту McFarlane SPR1000 (а) та Reel Disk (б).

Ця машина додала одну групу ножів із низькою увігнутістю та малим кутом атаки диска, щоб дало можливість досягнення вертикального обробітку ґрунту під нижніми кутами диска  $5^{\circ}$  та  $7,5^{\circ}$ , водночас пропонуючи регулювання кута до  $13$  градусів для умов, коли потрібно забезпечити вирівнювання поверхні (тобто глибокі комбайнові чи тракторні колії, тощо).

Ці розбіжності виникають через те, що багато виробників ніколи не розуміли концепції вертикального обробітку ґрунту до розробки своєї машини. Ранні машини для вертикального обробітку ґрунту мали прямі диски або взагалі не мали лез, що створювали невеликі шари щільності ґрунту або взагалі не створювало їх, а тому не відбувалось перемішування ґрунту та не відбувалось заробки бажаної кількості решток. По мірі розробки проектів багато виробників машин використовували гофрований сошник або мало увігнуте лезо, що покращувало роботу з рештками, зберігаючи при цьому обмежену площу контакту з ґрунтом. Для багатьох виробників це стає компромісом між впливом на заробку пожнивних решток та вертикальним обробітком ґрунту. Багато статей, написаних про вертикальний обробіток ґрунту, насправді стосуються даного процесу. За останні роки на ринок з'явилося багато нових продуктів, і деякі з них є звичайними ґрунтообробними машинами, які були переобладнані для

кращої ефективності заробки пожнивних залишків. На жаль, ці агрегати були позиціоновані як знаряддя для вертикального обробітку ґрунту, а не як машини для заробки пожнивних решток. Термін «вертикальна обробка ґрунту» став дуже вживаним. Стандартний кутовий сферичний диск не є робочим органом для вертикального обробітку ґрунту, як би це не намагалися замаскувати. У цьому випадку «Якщо це виглядає як диск, це диск».

Постановка завдання. Метою дослідження є аналіз якісних показників роботи різних типів робочих органів машин для вертикального обробітку ґрунту, що дає можливість забезпечити високий рівень підвищення продуктивності виробництва сільськогосподарських культур, шляхом раціонального підходу до вибору машини.

Виклад основного матеріалу. Система вертикального обробітку ґрунту забезпечує винятково високу якість розрізання пожнивних решток, перемішування їх з ґрунтом та підготовки посівного ложа за один прохід, реалізуючи ексклюзивний 4-кроковий процес обробітку. Справжній вертикальний обробіток гарантує подрібнення решток і перемішування з ґрунтом без руйнування його структури в зоні, критично важливій для висіяного насіння і розвитку коренів рослин. Завдяки унікальним нолям роторам (вертикальний обробіток), розробленим для подрібнення навіть найміцніших пожнивних решток, можна бути впевненим у тому, що в результаті зябового обробітку за зиму буде досягнуто їх максимальне розкладання. Крім того, під час весняного обробітку ви досягнете своїх цілей у підготовці посівного ложа навіть за значної кількості решток.

Вертикальний обробіток ґрунту — нова сфера для сільськогосподарського виробництва. Знаряддя для вертикальної обробки ґрунту були розроблені для задоволення потреб цього зростаючого ринку. Як видно, консерваційний обробіток ґрунту та мінімальний обробіток ґрунту розширюються, а робочі органи для вертикального обробітку ґрунту допомагають у цих операціях.

Коли ми розглядаємо різні функції vertical till (VT), важливо зазначити, що не всі інструменти для вертикального обробітку ґрунту створені однаково. Вертикальний обробіток – це агресивний дисковий інструмент для обробки ґрунту. Це ключові відмінності між конкурентами дискового типу та рихлячих лап. Ці фактори також впливатимуть на продуктивність машини. Груповий кут – інструмент для малих чи більш агресивних конфігурацій леза дискових чи клиноподібних лап. Яке призначення лез на цих робочих органів для вертикальної обробки ґрунту і як вони допоможуть нам задовольнити вимоги до роботи машини. Навісне обладнання для фінішної обробки, що встановлено в задній частини машини, застосовується для створення рівного струкутурованого профілю ґрунту. Створюючи машини VT, наприклад John Deere (рис. 2) прислухався



до побажань клієнтів, і ми розробив досить агресивну машину, щоб відповідати високим вимогам споживачів. Рама, побудована на основі диска серії 2600, разом із 2-дюймовим болтом забезпечують міцність і надійність, необхідні для вимогливих операцій з вертикальним обробітком ґрунту. Виробники продукції намагаються застосовувати машини високої продуктивності. Серія 2623VT пропонує рішення, яке може розвивати швидкість до 16 км/год. Відсутнє змащення опорних підшипників, котків. Щоб максимізувати продуктивність у полі, модель машини 2623VT пропонує унікальну конфігурацію леза з агресивним кутом атаки. встановлено активний гідравлічний прикочучий коток, який забезпечує поверхню гладкою і рівною, завдяки постійному тиску на ґрунт. 2623VT включає гідравлічне вирівнювання машини, щоб полегшити налаштування, не виходячи з кабіни трактора.



Рис. 2. John Deere серії 2623VT.

John Deere 2623VT пропонує встановлювати передні леза гладенькою форми а задні секції з хвилястим профілем. Дані диски були розроблені, щоб доповнювати один одного при вертикальному обробітку ґрунту. До 70% подрібнення виконуться передніми лезами, суцільними сферичними дисками, які подрібнюють рештки та знищують бур'яни (рис. 3). Завдяки хвилястому профілю лез дисків забезпечується вертикальний обробіток, зокрема вертикальне переміщення ґрунту, Що добре перемішують ґрунт і заробляють поживні рештки.

За рахунок цього, посівне ложе, а це дуже важливо під час підготовки до сівби чи садіння, є підготовлене. З рис. 4., видно, що з неглибоким кутом

атаки лез дисків зміщені та рухаються паралельно одне одному, ніколи не перекриваючи все посівне ложе.



Рис. 3. Конфігурація лез дисків різних секцій машини.

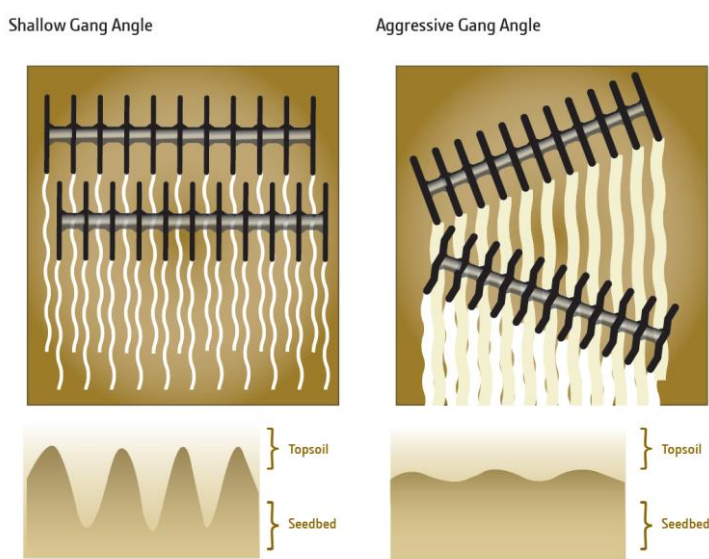


Рис. 4. Профіль посівного горизонту.

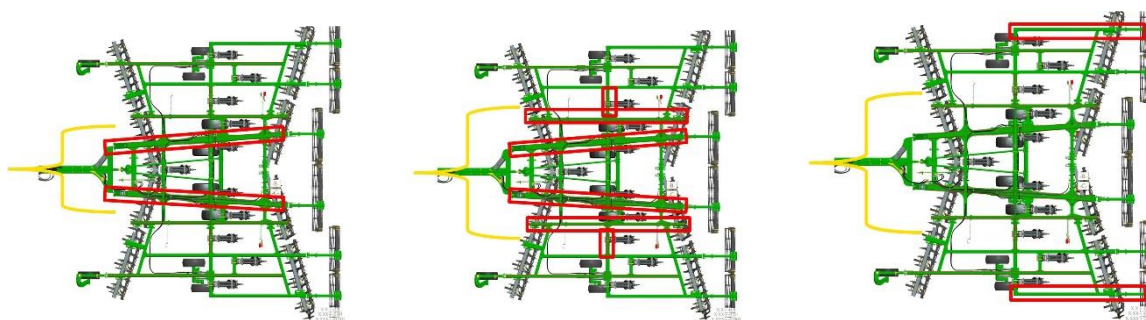


Рис. 5. Рама машини John Deere 2623VT.

З більш агресивним кутом атаки диски, такі як 2623VT, ви матимете кращу ефективність обробки по всій ширині захвату машини. Більш агресивне значення кута нахилу створює рівний профіль ґрунту, забезпечуючи точну глибину сівби насіння, що призводить до рівномірного

сходу та кращого врожаю. (2623VT John Deere має передній кут 21 градус і задній 19 градусів.)

Оновлена рама з більшими, товщими трубами забезпечує підтримку рухомих секцій дисків та котків (рис. 5).

Отже, аналізуючи отримані дані, бачимо, що червона лінія без механічного керування секціями, а нижня зелена лінія – з механічним керуванням крилами.

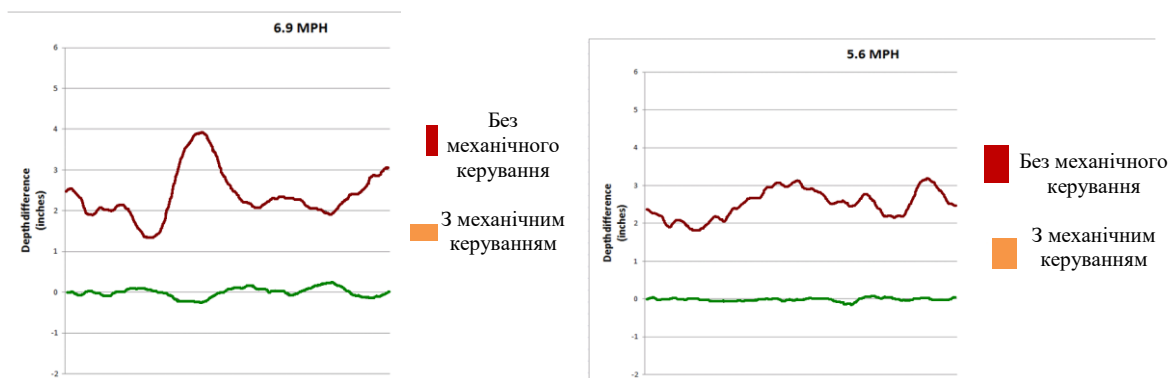


Рис. 6. Залежність глибини обробітку від способу керування машини.

На цьому графіку (рис. 6) ми бачимо різницю глибин у по всіх дисках. Без механічного керування секціями різниця в глибині становить до 8 см. Це означає, якщо ми намагаємося заглибитися на 15 см, ми насправді заглибимося на 8 см. Наскільки ефективно зароблятимуться рештки залишки на глибині 8 см, малоймовірно.

Висновки. Вертикальний обробіток ґрунту може стати дієвим інструментом для підготовки полів з великою кількістю пожнивних решток. Ця передова технологія дозволяє розпушити ґрунт для безперешкодного розвитку кореневої системи вирощуваних культур, а також забезпечує вільний доступ до них води і поживних речовин протягом всього сезону вегетації, дозволяючи повністю розкрити потенціал їх врожайності. Агрегати для вертикального обробітку ґрунту, на даний час, є єдиними у своєму роді знаряддями, які здатні ефективно подрібнити пожнивні залишки, перемішувати їх з ґрунтом і рівномірно вирівнювати поверхню поля, формуючи рівне і однорідне насіннєве ложе.

#### Список використаних джерел

1. Dave Kanicki, Tom Evans Disc Chisels vs. Hybrid Disc Chisels: There is a Difference, Farm Equipment, 2017. Posted in Best Practices.

2. Гуков Я. С. Обробіток ґрунту. Технологія та техніка. Київ. Нора-Прінт. 1999. 275 с.

3. Кушнар'ов А. С., Кочів В. І. Механіко-технологічні основи обробітку ґрунту. Київ: Урожай. 1989. 144 с.

4. Гусаров К. В., Заєць М. Л. Переваги технології вертикального обробітку ґрунту. Матеріали науково-практичної конференції факультету



інженерії та енергетики «Студентські читання – 2021». 20 травня 2021 р. Житомир: Поліський національний університет, 2021. С. 52-55.

5. Заєць М. Л., Гусаров К. В. Обґрунтування параметрів робочих органів для вертикального обробітку ґрунту. Матеріали науково-практичної конференції факультету інженерії та енергетики «Студентські читання – 2021». Житомир: Поліський національний університет, 2021. С. 34-39.

УДК 631.362

## **АНАЛІЗ ТА НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІБРОСЕПАРАЦІЇ НАСІННЄВИХ СУМІШЕЙ**

*Піх Є. О., Козаченко О. В.*

*Державний біотехнологічний університет*

Зерновий ворох після збирання сільськогосподарських культур містить значну кількість щуплого, невиповненого насіння, яке суттєво відрізняється за посівними якостями. Крім того на посівах сільськогосподарських культур з різних причин з'являються як падалишні сходи культур, що вирощувались у попередні сезони, так і бур'яни, характерні для конкретних полів. В результаті зростає засміченість не лише посівів, а й зібраної частини урожаю, що суттєво ускладнює її післязбиральну обробку, особливо підготовку посівного матеріалу. Тому однією із обов'язкових задач післязбиральної обробки насінневих матеріалів є додаткове сортування з відокремленням в посівну фракцію виповненого, повністю сформованого насіння, яке забезпечить отримання високих урожаїв.

Для підготовки високоякісного посівного матеріалу сільськогосподарських культур необхідно вдосконалювати існуючі технологічні лінії, що включають повітряно-решітно-трієрні насіннеочисні машини, в тому числі і за рахунок доповнення їх спеціальними насіннеочисними машинами, спроможними виконувати сепарацію насінневих сумішей за новими ознаками розділення, зокрема, віброфрикційними сепараторами, які забезпечують високу якість процесу очищення та сортування насіння [1, 2].

Аналізом результатів наукових досліджень М. В. Бакума, О. І. Завгороднього, О. В. Богомолова та інших авторів в напрямку вивчення та обґрунтування параметрів процесу вібросепарації насінневих сумішей сільськогосподарських культур встановлено, що одним з чинників неефективності роботи віброфрикційних сепараторів є нерівномірність



подачі вихідного матеріалу на сепарувальні поверхні завантажувальним пристроєм.

Тому метою роботи стало підвищення ефективності процесу вібросепарації шляхом упорядкування надходження компонентів вихідних насінневих сумішей на робочі поверхні сепаратора за ознаками їх розділення.

Поставлена задача вирішується способом подачі сипкого матеріалу на робочі поверхні фрикційного сепаратора, що включає завантаження сипкого матеріалу до бункера сепаратора, дозування матеріалу та спрямування його на кожну робочу поверхню, коли в процесі спрямування насінневий матеріал попередньо розділяють за ознаками розділення на робочих поверхнях, наприклад, за формою його компонентів, таким чином, що до нижньої частини робочих поверхонь надходять округлі компоненти, до верхньої – плоскі, а проміжної форми – до середньої частини.

Запропонований спосіб подачі насінневого матеріалу на робочі поверхні віброфрикційного сепаратора реалізується наступним чином. Вихідний сипкий матеріал завантажується до бункера фрикційного сепаратора, дозувальним пристроєм матеріал забирається і окремо заданою кількістю неперервно дозується та спрямовується на кожну робочу поверхню спеціальними напрямниками. Причому, напрямники виконані таким чином, що в процесі спрямування сипкий матеріал попередньо розділяється за ознаками розділення на робочих поверхнях, наприклад, за формою його компонентів таким чином, що до нижньої частини робочих поверхонь надходять округлі компоненти, до верхньої – плоскі, а проміжної форми – до середньої частини. При такій подачі округлі компоненти потрапляють на робочі поверхні і прискорено транспортуються до нижніх приймачів продуктів розділення і майже не завантажують робочу поверхню. Аналогічно плоскі компоненти транспортуються до верхніх приймачів, для компонентів проміжної форми залишається практично переважна більшість робочої поверхні, на якій за іншими ознаками розділення – відмінність в шорсткості поверхні компонентів та їх пружності, вони розділяються до вимог стандартів на відповідні фракції.

Так як повноцінне насіння цих господарських культур має правильну геометричну форму, наприклад, округлу: горох, просо, мак, ріпак, капуста, редиска та багато інших, або плоску: кукурудза, помідори, огірки, дині, кріп, кавуни та багато інших або наближену до них форму, що при сепарації на робочих поверхнях, за такої подачі, значна частина вихідного матеріалу зразу відокремлюється у відповідні приймачі, що розвантажує робочі поверхні. Це дозволяє значно збільшувати величину подачі вихідного матеріалу на робочі поверхні без зниження якості сепарації, наприклад, при очищенні насіння гороху від його половинок продуктивність вібраційного фрикційного сепаратора, обладнаного пристосуванням для попереднього

розподілення компонентів за їх формою, можна збільшити майже в два рази продуктивність при підготовці кондиційного посівного матеріалу.

Таким чином одним із напрямків підвищення ефективності функціонування віброфрикційних сепараторів слід вважати обґрунтування конструктивно-технологічний параметрів завантажувальних пристроїв для використання як на нових віброфрикційних сепараторах, так і для модернізації сепараторів, які використовуються на виробництві.

Список використаних джерел

1. Козаченко О. В., Алієв Е. Б., Бакум М. В., Михайлов А. Д., Кречот М. М. Обґрунтування ефективності використання віброфрикційного сепаратора при підготовці насінневого матеріалу гірчиці. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН, № 31, 2021. С. 1-10.

2. Козаченко О. В., Бакум М. В., Михайлов А. Д., Кречот М. М., Чала О. С., Завгородній О. І. Підвищення посівних властивостей насіння сафлору красильного на вібраційній насінноочисній машині. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2023. Вип. 7(38), ч.ІІ. С.83-89.

УДК 631.3.06.001.66

## **АГРЕГАТ ДЛЯ ВНУТРІШНЬОГРУНТОВОГО КОМПЛЕКСНОГО МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ ҐРУНТУ З ОДНОЧАСНОЮ СІВБОЮ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР**

*Петриченко Є. А.*

*Уманський національний університет садівництва*

*Герук С. М.*

*Житомирський агротехнічний фаховий коледж*

Мета досліджень. Визначити тенденції розвитку сучасних ґрунтообробних удобрювально-посівних агрегатів та комплексів вітчизняного і зарубіжного виробництва. Обґрунтувати їх раціональні конструкційні схеми та параметри.

Підвищення ефективності використання основної дози мінеральних добрив доцільно здійснювати шляхом її розміщення у ґрунті нижче одночасно висіяного насіння у вигляді стрічки, тобто в зоні розміщення кореневої системи зернових культур. Для практичної реалізації цього напрямку потрібний комбінований двомашинний удобрювально-посівний машинно-тракторний агрегат, конструкція якого забезпечувала б підвищення техніко-економічних показників роботи. Обґрунтована схема

удобрювально-посівного агрегату включає агрегуючий трактор, сівалку для внесення у ґрунт основної дози мінеральних добрив, до рами якої шарнірно приєднана сниця сівалки сільськогосподарських культур. Завдяки такому виконанню комбінованого агрегату для внутрішньогрунтового комплексного мінерального удобрення ґрунту одночасно з сівбою сільськогосподарських культур стартова доза мінеральних добрив забезпечує ефективне живлення паростків зернових культур, що обумовлює їх прискорений ріст і розвиток, а по мірі росту цих рослин аж до дозрівання урожаю їх коріння живиться добривами основної дози, які знаходяться на більшій глибині і тому у вологому ґрунті, що забезпечує їх розчинення і ефективне використання рослинами.

Результати досліджень. Останнім часом за кордоном багато фірм, особливо в Європі, почали створювати комбіновані агрегати, складені з машин окремого призначення. В якості ґрунтообробної частини застосовують комбіновані машини для передпосівного обробітку ґрунту з набором пасивних робочих органів: розпушувальних S-подібних пружинних лап, пруткових або комбінованих котків.

Агрегати з культиваторними лапами застосовуються для сівби по мінімально обробленому ґрунті і забезпечують можливість одночасного висіву насіння і добрив. У той же час деякі зразки посівних агрегатів дозволяють здійснювати пряму сівбу.

Сівалки з робочим органом дискового типу характеризуються надійністю виконання технологічного процесу у всьому діапазоні ґрунтових умов, володіють хорошою прохідністю та можливістю індивідуального копіювання нерівностей поля.

Найбільш поширеними таких сівалок є: Оріон-9,6-1 (ПАТ «Червона зірка, Україна»); JohnDeere730 і JohnDeere1895 (фірма «Джон Дір, США»); Солітер 12 (фірма «Lemken», Німеччина); Citan12000 (фірма «Amazonen - Werke», Німеччина) та NTA-3510, 3N-4010 («GreatPlains», США).

Комбіновані агрегати, складені з існуючих машин, мають ряд переваг. Це, по-перше, дає можливість їх роздільного використання на одноопераційних роботах з тракторами меншого класу. Крім того, роздільне використання дозволяє збільшити їх річне завантаження. По-друге, для складання комбінованих агрегатів не потрібно створювати нові машини, а досить виготовити лише пристрої для їх з'єднання (автозчеплення, причепи тощо). Основним їх недоліком є громіздкість і матеріаломісткість, ними неможливо завантажити енергонасичені трактори та енергозасоби.

Нами створено агрегат для внутрішньогрунтового комплексного мінерального удобрення ґрунту з одночасною сівбою сільськогосподарських культур, що включає сівалку з сошниками для внесення у ґрунт основної дози мінеральних добрив та сівалку сільськогосподарських культур з пристроєм для внесення у ґрунт стартової дози мінеральних добрив. Сівалка сільськогосподарських культур

приєднана до рами сівалки для внесення добрив сницею з вертикальним шарніром, вісь якого розміщена на відстані, що дорівнює половині ширини міжряддя, створеного суміжними сошниками сівалки для внесення добрив від середньої лінії, що проходить паралельно напрямку робочого руху агрегату і рівновіддалена від країв нерухомо закріпленого направляючого елемента з отвором між сошників сівалки для внесення добрив. До рами сівалки для внесення добрив нерухомо закріплений направляючий елемент з отвором, вісь якого паралельна до середньої лінії і перетинається з віссю вертикального шарніра, а в отворі направляючого елемента встановлений блокуючий повзун, який штангою кінематично зв'язаний з механізмом підйому сошників сівалки для внесення добрив. До сниці сівалки сільськогосподарських культур нерухомо закріплений фіксуєчий елемент з отвором, ідентичним отвору направляючого елемента і співосного з ним в робочому стані агрегату. Така конструкція дає можливість вносити насіння посередині міжрядь внесеної у ґрунт основної дози мінеральних добрив.

Дослідження проводилися при посіві зернових з одночасним внесенням мінеральних добрив. Об'єм виробничої перевірки складав 120 га: агротехнічний фон – поле підготовлене під посів; тип ґрунту – темно-каштановий, залишково-солонцюватий; щільність ґрунту, г/см<sup>3</sup>: 1,25-1,33; наявність стерні, г/м<sup>2</sup>: 60-80. Результати польових випробувань показали, що у порівнянні з одно операційними агрегатами витрати праці на посів з одночасним внесенням мінеральних добрив новим причіпним комбінованим агрегатом є меншим у 1,80-1,85 рази. Економія витрат палива становила 20-22%, а прямих витрат-18%. Порушень безпеки праці новим причіпним комбінованим посівним агрегатом не було. Якісні показники роботи не виходили за межі агротехнічних вимог.

Висновки. 1. Розроблення комбінованих агрегатів повинно базуватися на всебічному дослідженні технології обробітку ґрунту та сівби, з обґрунтуванням можливості та необхідності суміщення двох і більше технологічних операцій або об'єднання декількох робочих органів в одному агрегаті для більш якісного виконання однієї технологічної операції за один прохід машинно-тракторного агрегату.

2. Визначилися три основні напрями конструкційного виконання комбінованих агрегатів : з одноопераційних навісних або причіпних ґрунтообробних знарядь або сівалок за допомогою зчіпок складаються різні агрегати; на рамі єдиної машини монтуються ґрунтообробні, посівні робочі органи та інша допоміжна апаратура ; на базі фрез та культиваторів встановлюються висіваючі апарати у вигляді окремого пристосування або на базі посівних машин встановлюються ґрунтообробні робочі органи.

Список використаних джерел

1. Борзенко В. Багатофункціональні посівні агрегати. Агробізнес сьогодні. 2013. №22(269). С. 58-64.

2. Сучасні тенденції розвитку конструкцій сільськогосподарської техніки. за ред. В. І. Кравчука, М. І. Грицишина, С. М. Ковалю. Київ. Аграрна наука, 2004. 396 с.

3. Шустік Л., Маринін С., Мариніна Л. Сівалки для різних систем обробітку ґрунту. Пропозиція. 2013. № 3. С. 140–144; № 4. С. 132–134.

4. Бойко І. Посівні комплекси. Огляд сучасних моделей. АгроЕліта. 2022. №9.

5. Артем А. Посівні комплекси. Огляд сучасних моделей. АгроЕліта. 2023. №4.

УДК 631.333.12

## **ОРГАНІЗАЦІЯ МЕХАНІЗОВАНОГО КОМПОСТУВАННЯ**

*Павленко С. І.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Постановка проблеми. Дослідженню організації процесів при компостуванні органічної сировини сільськогосподарського походження приділяється увага вчених і практиків [1, 2, 3]. Раціональний вибір маршрутів переміщення сировини, накопичення, укладання суміші, інших технологічних прийомів виконання операцій знижує собівартість робіт і впливає на вибір засобів технічного забезпечення.

Аналіз останніх досліджень. Сучасні технічні засоби механізованого компостування повинні мати відповідні техніко-економічні показники і організаційні регламенти по застосуванню. Дані дослідження направлені на подальший розвиток результативності і ефективності виробництва компостів. Об'єкти дослідження: організаційні процеси механізованого компостування. Встановлено, що організаційні засоби механізованого компостування включають:

- спосіб організації робіт в господарських умовах;
- визначення площі майданчика для компостування, параметрів буртів;
- технічний регламент виконання технологічних операцій.

Механізоване виробництво компостів виконується потоково, порційно, сезонно. Вибір способу визначається місцем розташуванням і кількістю сировини, логістичними маршрутами, кінцевими результатами виробництва.

Мета досліджень – підвищення ефективності виробництва компостів шляхом раціональних організаційних інженерних рішень по вибору технологічних прийомів і технічних засобів.

Результати досліджень. Потокове виробництво компостів передбачає щодобове, щотижневе поповнення сировини на вибраному майданчику, проведення технологічних операцій, зміну кількості і якості буртів, їх переміщення в процесі компостування, включення переробки нового матеріалу в виробничий цикл. На майданчику формуються бурти і проводяться операції з різним терміном виробничого циклу: первинні бурти, другого, третього та інших періодів аерації. По технологічним регламентам кількість аерацій від 4 до 20 [4]. Погодження послідовності дій проводиться розробкою циклограми функціонування майданчика або споруди (рис. 1). Користування циклограмою допомагає скласти щоденний план виконання операцій постійного переміщення і зміни місця положення бурту, забезпечуючи необхідний контроль. Оскільки процес ферментації має сезонні особливості, то терміни проведення операцій погоджуються і коригуються. Складання циклограми операцій і прогнозовані обсяги переробки забезпечують підбір необхідного обладнання і засобів по якісним і кількісним показникам. Серед технічних пристроїв, рекомендованих до використання: грейферні, ковшові навантажувачі періодичної дії, розкидачі органічних добрив типу ПРТ-10 з вдосконаленими робочими органами, причіпні або самохідні аератори – змішувачі. Потокова організація виробництва компостів ефективна для значних обсягів сировини – від 10 тисяч тон або кількості обробок.

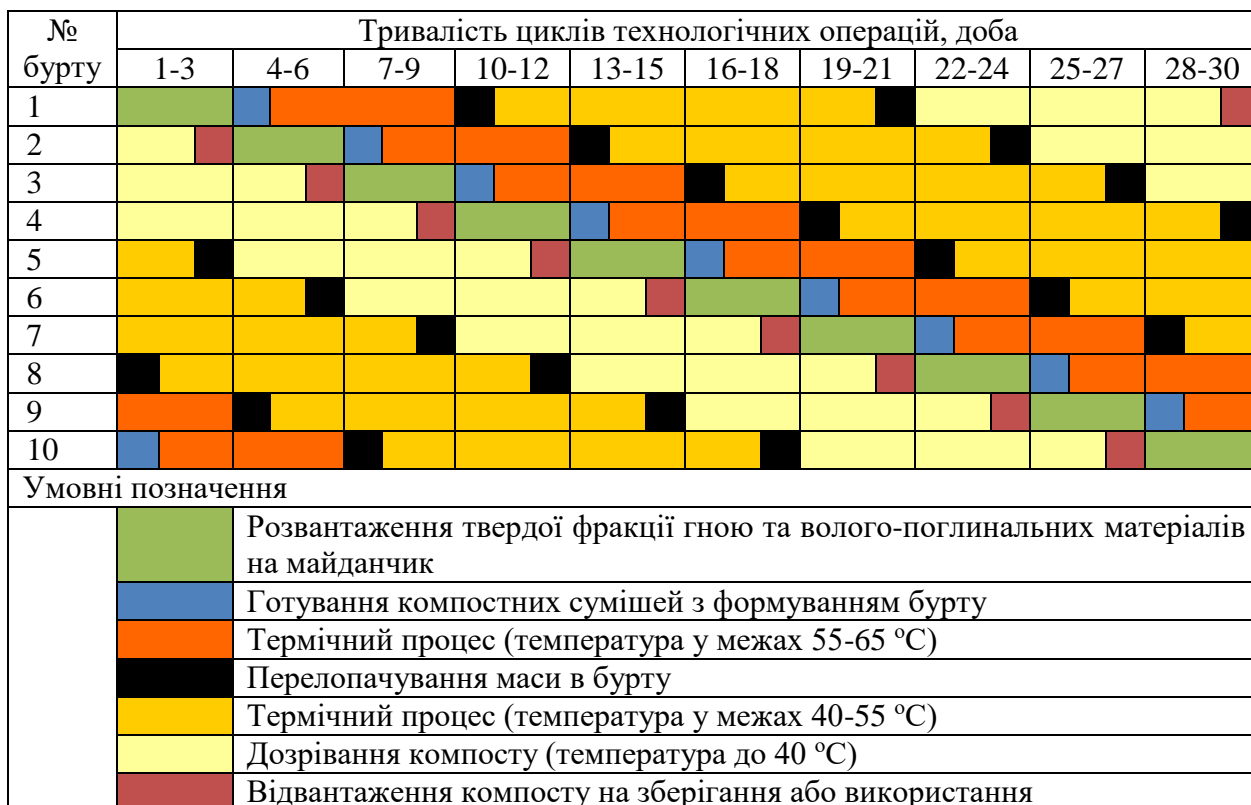


Рис. 1. Циклограма проведення операцій на майданчику.

Для менших обсягів доцільне порційне механізоване компостування передбачає накопичення і переробку органічної сировини в різні періоди. Термін обробки накопичених буртів змінюється у відповідності з прийнятим виробничим циклом компостування, наприклад, 45-60 діб або іншим порядком. Закінчення циклу на одному майданчику, організація зберігання готової продукції означає перехід до другого, де цикл повторюється. Обсяги переробки і накопичення на майданчиках встановлюються від надходження необхідного технологічного гною або посліду, компонентів і характеризують пристосованість до змін. Використання циклограм проведення операцій доцільно на всіх етапах виробництва.

Сезонне компостування проводиться для відновлення родючості ґрунтів. Готуються компости в зимово-весінний період під посів зернових культур.

Організаційно на майданчик компостування доставляються від населення обсяги гною, посліду, які в подальшому переробляються з накопиченою сировиною в господарстві згідно технологічно-операційного циклу. Особливість приготування підстилкової суміші – неоднорідний механічний та хімічний склад. Вибір способу балансування складу суміші і її аерації залежить від прийнятої технології та забезпеченості технічними засобами.

Розміри буртів: ширина і довжина, проходи для проїзду і розворотів тракторних агрегатів визначають площу майданчика для компостування.

Технічний регламент встановлює машини і обладнання виконання операцій, маршрути переміщення, швидкісний режим роботи, контроль технологічних параметрів.

Висновки. За результатними досліджень підвищення ефективності виробництва компостів шляхом раціональних організаційних інженерних рішень по вибору технологічних прийомів і технічних засобів розроблено циклограму функціонування майданчика або споруди. Користування циклограмою допомагає скласти щоденний план виконання операцій постійного переміщення і зміни місця положення бурту, забезпечуючи необхідний контроль. Оскільки процес ферментації має сезонні особливості, то терміни проведення операцій уточнюються і коригуються.

Список використаних джерел

1. Ляшенко О. О., Мовсесов Г. Є. (2007). Технологія прискореного біотермічного компостування гною з органічним волого-поглинальними відходами АПК. Рекомендації. Інститут механізації тваринництва УААН. Запоріжжя: ІМТ УААН, 32 с.

2. Шевченко І. А., Ляшенко О. О., Клименко Д. В., Прокопчук О. І. (2011). Комплекс споруд для прискореного біотермічного компостування посліду і відходів від птахівницьких об'єктів ПАТ «Володимир-Волинська птахофабрика». Механізація, екологія та конверсія біосировини у

тваринництві. Зб. наук. праць інституту механізації тваринництва УААН. Запоріжжя: ІМТ УААН, 2 (8). С. 4–15.

3. Дідух В. Ф. (2022). Техніка і технології приготування компостів. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва: проблеми теорії та практика». Тернопіль, 29-30 вересня. С. 11–15.

4. Антонець С. С., Антонець А. С., Писаренко В. М. (2010). Органічне землеробство: з досвіду ПП «Агроєкологія» Шишацького району Полтавської області. Полтава. 198 с.

УДК. 633.522:664.769

## **РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ ОДЕРЖАННЯ ОБРУШЕНОГО КОНОПЛЯНОГО НАСІННЯ**

*Петраченко Д. О.*

*Відокремлений структурний підрозділ Глухівський агротехнічний фаховий  
коледж Сумського національного аграрного університету*

*Коропченко С. П.*

*Інститут луб'яних культур НААН України*

*Шейченко Д. В.*

*Полтавський державний аграрний університет*

Постановка проблеми. Завдяки своїм корисним властивостям продукти з насіння промислових конопель в системах здорового харчування займають важливе місце. Зростання інтересу до продуктів, виготовлених з насіння промислових конопель, пояснюється їх високою поживною цінністю та балансом основних складових [1, 2]. Ці продукти не тільки смачні, але й корисні, завдяки чому набувають популярності серед споживачів, які цінують якісне та здорове харчування.

За умови використання насіння конопель як продукту харчування, відмічено декілька проблем, які ускладнюють цей процес. Тверду насіннєву оболонку, що виступає перешкодою для комфортного споживання, а також ускладнює процес засвоєння корисних компонентів організмом, відносять до найбільш вагомих із них. Саме тому обрушування є перспективним напрямом підвищення попиту та споживчих властивостей насіння конопель.

Аналіз останніх досліджень. Обрушене насіння конопель представляє собою ядро, звільнене від зовнішньої неїстівної оболонки. Відсутність оболонки робить насіння більш доступним для перетравлення, забезпечуючи ефективне засвоєння всіх поживних речовин [3]. Наукові



дослідження [4] підтверджують, що обрушене насіння має вищу поживну цінність (табл.) та може бути включене в різноманітні дієтичні раціони.

Окрім того, обрушене насіння конопель вирізняється своїми смаковими якостями. Цей продукт має виразний горіховий присмак, який може стати цікавим доповненням до різних страв. Завдяки своїм смаковим та поживним характеристикам, обрушене насіння конопель активно використовується в харчовій промисловості, що відкриває нові горизонти для досліджень у цій галузі. Напрямок перероблення насіння конопель на обрушене має низку технічних і технологічних особливостей. Зокрема, насіння конопель характеризується складністю геометричної форми, невеликими розмірами, значними розбіжностями масо-розміру навіть у межах одного сорту [5]. Ця варіативність ускладнює процес обрушування. За таких умов перед обрушуванням насіння калібрують, що є додатковою технічною операцією в процесі перероблення.

Таблиця – Порівняльні показники цілого та обрушеного насіння конопель (Осейко М. та інші, 2021)

Показник	Обрушене насіння	Ціле насіння
Кислотне число, мг КОН/г	3,1±0,1	3,3±0,1
Масова частка олії, %	54,0±1,0	33,3±0,5
Масова частка білка, %	32,8±0,2	22,5±0,15
Масова частка клітковини, %	5,5±0,03	32,3±0,2
Масова частка золи, %	6,5±0,03	5,91±0,03
Фосфор, г/кг	13,5	8,9
Кальцій, г/кг	0,5	0,9
Магній, г/кг	2,7	2,4
Залізо, мг/кг	94,1	74,7
Цинк, мг/кг	111,8	56,1
Кобальт, мг/кг	1,0	0,5
Марганець, мг/кг	38,3	59,4

Пластичне ядро насіння, яке є основною метою перероблення, повинно бути збережено після обрушування. Вологість сировини є іншим важливим параметром, який впливає на результативність процесу та якість готового продукту. Раціональний рівень вологості встановлюють таким чином, щоб забезпечити максимальну ефективність роботи обладнання, за умов забезпечення показників строку придатності продукту. Відмічається, що за умов вологості вхідної сировини більше 11,0% готовий продукт має досить обмежений термін придатності. Окрім того, на процес обрушування та якість готового продукту безпосередньо впливає характеристика насіння, що поступає на переробку. Недодержання вимог агротехніки вирощування промислових конопель, процесу первинної обробки насіння призводить до

засмічення маси різноманітними органічними домішками у вигляді частинок стебел, насіння інших культур та бур'янів. Відмічені домішки істотно ускладнюють процес обрушування, а також впливають на засміченість готового продукту, тобто чистоту отриманого конопляного ядра. Відсутність спеціалізованого устаткування, призначеного саме для обрушування насіння конопель, також є суттєвою проблемою для розвитку напряму переробки насіння конопель на обрушене.

Метою досліджень є підвищення ефективності функціонування галузі коноплярства завдяки розробленню технології та обладнання одержання обрушеного конопляного насіння.

Результати досліджень. В Інституті луб'яних культур НААН України розроблено технологію одержання обрушеного насіння та обладнання для її реалізації (рис. 1). На підставі аналізу визначено переваги та недоліки відомих конструкцій обрушувачів механізмів (вальцьового, стрічкового, бильного, відцентрового).

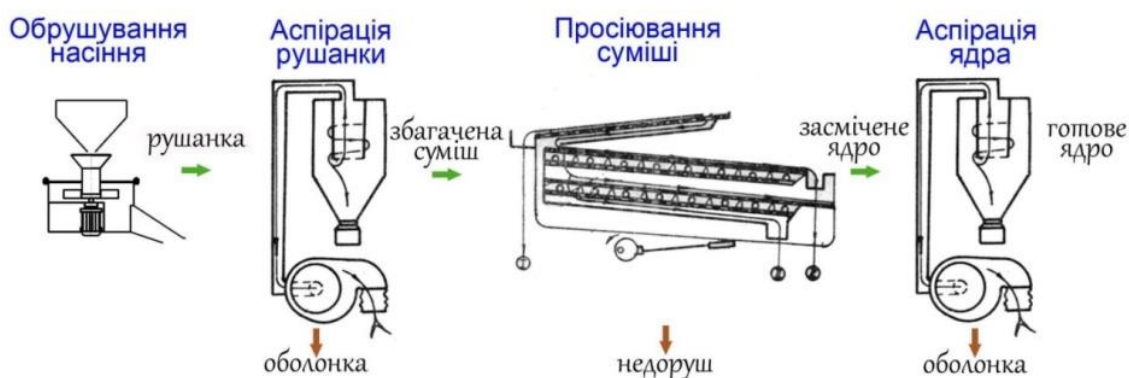


Рис. 1. Технологічні схеми виробництва обрушеного насіння.

Висновки. За результатами дослідження розроблено відцентровий обрушувачий механізм з робочим органом закритого секторального типу, в якому реалізовано принцип орієнтованого однократного удару. Конструкція робочого органу мінімізує надлишкові повітряні потоки в робочій камері, змінює рух насінини з вертикального на горизонтальний, надає насінині необхідний рівень швидкості. Розроблене обладнання забезпечує: перероблення конопляного насіння без попереднього калібрування; перероблення засміченого (до 15,0%) органічними домішками насіння; перероблення насіння з вологістю в межах 7-11%. Обладнання забезпечує перероблення насіння різної вологості, проте це може визначати кількісно-якісні показники робочого процесу та готового продукту. Розроблена технологія та обладнання уможливають перероблення насіння безпосередньо зі складу зберігання без будь-яких підготовчих операцій; їх застосування дозволяє одержувати 27-40% обрушеного ядра в залежності

від фізико-механічних характеристик вхідної сировини за чистоти одержаного конопляного ядра на рівні 99,0%.

Список використаних джерел

1. Montero L, Ballesteros-Vivas D, Gonzalez-Barrios AF and Sánchez-Camargo AdP (2023) Hemp seeds: Nutritional value, associated bioactivities and the potential food applications in the Colombian context. *Front. Nutr.* 9:1039180. doi: 10.3389/fnut.2022.1039180.

2. Верещагін І. В., Кандиба Н. М. Насіння конопель (*Cannabis sativa* L.) як джерело незамінних харчових компонентів. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія». 2020. №2 (40). С. 3-13. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2020.2.1>.

3. Alonso-Esteban J., Pinela J., Ćirić A., Calhelha R., Soković M., Ferreira I., Barros L., Torija-Isasa E., Cortes Sánchez-Mata M. Chemical composition and biological activities of whole and dehulled hemp (*Cannabis sativa* L.) seeds. *Food Chemistry*. 2022. №374. doi:10.1016/j.foodchem.2021.131754.

4. Oseyko M., Sova N., Chornei K. (2021), Substantiation of hemp seeds storage and processing technologies for functional, dietary and specialty products. Review, *Ukrainian Food Journal*, 10 (3), pp. 427–458. doi: 10.24263/2304-974X-2021-10-3-3.

5. Петраченко Д.О., Дудукова С.В. Огляд фізико-механічних характеристик насіння промислових конопель з точки зору переробки. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки». Том 34 (73) № 3, 2023. doi: 10.32782/2663-5941/2023.3.2/18.

УДК 633.522

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПІДГОТОВЧИХ ОПЕРАЦІЙ НА ТЕРМІНИ ПРИГОТУВАННЯ ТРЕСТИ КОНОПЕЛЬ**

*Шейченко В. О., Дудніков І. А., Скоряк Ю. Б.  
Полтавський державний аграрний університет*

Постановка проблеми. Збирання врожаю з метою приготування високоякісної трести конопель суттєво залежить від погодно-кліматичних умов. Рясні дощі або їх відсутність, раннє настання холодів і випадання снігів призводить до затягування термінів приготування трести, а в деяких випадках і до повної втрати сировини. Саме тому дослідження біологічних методів інтенсифікації процесів росяного мочіння стебл конопель є актуальною задачею [1-3].

З метою визначення впливу управляючих чинників якості та термінів приготування трести конопель, підготовчих операцій на протікання процесу

вилежування трести та змінення якісних показників одержаного волокна, було проведено низку експериментальних досліджень, які включали:

- визначення впливу маси стебел на протікання мікробіологічних процесів (вплив змінення маси стебел на 1 м<sup>2</sup>) – дослід 1;
- визначення впливу попереднього руйнування зовнішньої оболонки стебел (плющення) та змінення їх маси на 1 м<sup>2</sup> на тривалість вилежування трести та якісні показники волокна – дослід 2;
- визначення впливу руйнування стебел м'яттям та зміненням маси стебел на 1 м<sup>2</sup> на тривалість вилежування та якість показники волокна – дослід 3.

Відбирання проб, визначення характеристики стеблостою, скошування стебел жаткою ЖК-1,9 відбувалося одночасно для всіх дослідів. Усі відібрані для дослідів стебла вистоявалися на дослідних ділянках до проведення обчисування та обмолоту насіння з висушених стебел з використанням молотарки-віялки МЛК-4,5. Контрольний розстил стебел здійснювали на ґрунт.

Результати досліджень. Розстилання стебел на стелищі відбувся одночасно. У контрольному варіанті значення показника колір стебла за прибором на момент закладання дослідів за щільності закладання 1 кг/мп складало 45,6, за щільності 2 кг/мп – 45,7, щільності 3 кг/мп – 46,4 люкс. Піднімання трести за першим варіантом щільності відбулося на 46 добу за сіро-коричневого кольору стебла, визначеного органолептично та 19,4 люкс за прибором (табл.). Відокремленість волокон від деревини (органолептично) встановлено за показником відокремлення одного стебла.

Аналізуючи результати контрольного варіанту досліджень відмічено, що найкоротший термін вилежування встановлено у варіанті із щільністю укладання стебел 1 кг/мп (46 діб), що на 4 доби на 8,7 % менше ніж у варіантах із щільністю укладання 2 і 3 кг/мп (табл.).

Досліди із розстиланням на плівку стебел щільністю 1 кг/мп із зволоженням через добу, 1 кг/мп, 2 кг/мп та 3 кг/мп закладено одночасно за початкового значення кольору стебла, визначеного приладом – 45,3; 45,5; 45,6; 45,6 люкс, відповідно. За розстиланням стебел щільністю 1 кг/мп відокремленість волокон від деревини, яка визначалася органолептично, встановлено на одному стеблі на 29 добу (21,8 люкс), на двох стеблах на 35 добу (19,0 люкс) вилежування. Піднімання трести дослідів із щільністю укладання 1 кг/мп відбулося на 37 добу.

Аналізуючи результати дослідів із укладання на стелищі відмічено: найшвидше піднімання трести із відокремленістю волокон від деревини (на 37 добу) встановлено за умов укладання стебел щільністю 1 кг/мп на стелищі та на поліетиленову плівку із зволоженням через добу. Встановлені терміни вилежування на 9 діб (24 %) менші ніж за умов укладання стебел щільністю 2 кг/мп, та на 13 діб (35 %) ніж за умов укладання на плівку стебел

щільністю 3 кг/мп. Збільшення товщини укладання стрічки призводило до відповідного зростання термінів приготування трести.

Аналізуючи результати досліджень відмітимо:

- у досліді із розстиланням на плівку плющених стебел щільністю 1 кг/мп відокремлення волокон від деревини відбулося на більшості стебел на 37 добу. Показник колір стебла за приладом складав 20,0 люкс;

- піднімання трести розстелених на плівку плющених стебел щільністю 1 кг/мп відбулося на 35 добу вилежування, що на 7 діб (на 20%) раніше ніж за щільностей укладання 2 та 3 кг/мп.

Таблиця – Результати з визначення термінів приготування трести конопель в залежності від способу розстилання стебел

№ п/п	Варіант розстилу	Термін приготування, доби		
		Щільність 1 кг/м.г.	Щільність 2 кг/м.г.	Щільність 3 кг/м.г.
1	Розстилання на стелищі	46	50	50
2	Розстилання на плівку	37	46	50
2.1	Розстилання на плівку, зволоження через добу	37	-	-
3	Розстилання плющених стебел на плівку	35	42	42
3.1	Розстилання на плівку, зволоження через доба	35	-	-
4	Розстилання на плівку після проминання	35	42	42
4.1	Розстилання на плівку, зволоження через добу	35	-	-

Порівнюючи результати приготування трести, розстелених на плівку стебел із різною щільністю після проминання, відмітимо:

- піднімання трести стебел із щільністю 1 кг/мп відбулося на 35 добу, що на 7 діб раніше ніж за щільності укладених 2 кг/мп, та 3 кг/мп;

- показник колір стебла, встановлений за приладом, за період вилежування змінився від початкового для щільності 1 кг/мп значення 45,2 люкс, щільності 2 кг/мп – 45,4 люкс, щільності 3 кг/мп – 45,7 люкс, до значень 21,2 люкс, 21,6 та 21,8 люкс на момент піднімання трести;

- відокремленість волокна від деревини встановлена на більшості стебел за щільності укладання 1 кг/мп та 2 кг/мп та за щільності 3 кг/мп – на значній частині стебел.

У всіх варіантах дослідів обертання стрічок здійснено на 29 добу вилежування за умов потемніння верхнього шару.

Висновки. 1. За результатами досліджень контрольного варіанту встановлено: – найкоротший термін вилежування мають стебла конопель із щільністю укладання 1 кг/мп (46 діб), що на 4 доби на 8,7 % менше ніж у варіантах із щільністю укладання 2 і 3 кг/мп.

2. Піднімання трести розстелених на плівку плющених та проминаних стебел щільністю 1 кг/мп відбулося на 35 добу вилежування, що на 7 діб (на 20%) раніше ніж за щільностей укладання 2 та 3 кг/мп.

3. Показник колір стебла, встановлений за приладом, за період вилежування змінився від початкового для щільності 1 кг/мп значення 45,2 люкс, щільності 2 кг/мп – 45,4 люкс, щільності 3 кг/мп – 45,7 люкс, до значень 21,2 люкс, 21,6 та 21,8 люкс на момент піднімання трести, відповідно.

#### Список використаних джерел

1. Sheichenko V., Shevchuk V., Dudnikov I., Koropchenko S., Dnes V., Skoriak Y., Skibchuk V. Development of harvesting technologies with belt accessories. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2022. Vol. 1. № 115. P. 67–75. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.244903>.

2. Ткаченко С. М., Мохер Ю. В., Лайко І. М., Жуплатова Л. М., Вировець В. Г., Міщенко С. В., Кириченко С. Г., Коропченко С. П., Примаков О. А., Апросюхін О. І., Філоник І. О. Довідник конопляра. Суми: Еллада. 2021. С. 27. <http://surl.li/lywwr>.

3. Lyalina N., Yudicheva O., Votchenikova O., Berezovskiy Y. Prognosis applications nonnarcotic hemp based on the criterial characteristics. Vlakna a Textil. 2020. Vol. 27, № 1. P.35–41.

УДК 631.3

## **АНАЛІЗ КУЛЬТИВАТОРІВ ДЛЯ МІЖРЯДНОГО ОБРОБІТКУ ГРУНТУ ВІТЧИЗНЯНОГО ВИРОБНИЦТВА**

*Гришук В. П., Волянський М. С.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

На сьогоднішній день в Україні досить добре розвинуто виробництво культиваторів для міжрядного обробітку ґрунту. Це пов'язано з відносною

їх простотою та дешевизною. Провідними вітчизняними виробниками є «Агромаш-Калина» (Вінницька область, Калинівка), Elvorti (м. Кропивницький), Ремсинтез (м. Кропивницький), АЗТех-Україна (Хмельницька область, м. Шепетівка), Avers-agro (м. Дніпро), VELES AGRO (м. Одеса), Demetra - ТОВ "АГРО ПРОМ СФЕРА" (Кіровоградська область с. Соколівське), ТОВ АК «Фаворит» (Кіровоградська область, с. Підгайці), ТОВ АРК-ГРУПП (м. Кропивницький), АгроЛига (м. Кропивницький) ТОВ ЗемМаш (м. Харків, с. Пісочин) тощо. Більшість виробників виготовляють подібні культиватори типу КРН з невеликими відмінностями. Але також розроблені та виготовляють культиватори нових зразків, які конкурентноспроможні з іноземними виробниками.

Так, компанія «Агромаш-Калина» розробила багатофункціональний культиватор КУМ для міжрядного обробітку, руйнування ґрунтової кірки, знищення бур'янів та підживлення на 6, 8 та 12-рядних посівах. Основою культиватора є міцна суцільна рама з розташованими на ній робочими секціями, інтервал між якими можна регулювати від 45 до 70 см. Висота рами до 75 см. Робочі секції закріплені до рами за допомоги паралелограмного механізму, який забезпечує точне копіювання рельєфу та задану глибину обробітку ґрунту. Він виключає поперечні рухи спричинені нерівностями. Особливістю паралелограмного механізму є подвійна пружина, що дає змогу створити велике зусилля заглиблення (до 150 кг) робочих органів. Є можливість встановити три рівні регулювання зусилля, що дозволяє покращити роботу секції при великій швидкості роботи культиватора та підвищеній твердості ґрунту.

Просапна секція індивідуально комплектується робочими органами, відповідно до вимог клієнта, адже існує великий їх спектр – різні лапи, пальцеві робочі органи, захисні щитки тощо. Велику роль відіграє розташування робочих органів. Перший їх ряд розташований під паралелограмним механізмом. За рахунок цього робочі органи заглиблюються краще навіть у складних умовах. Одним з цікавих рішень в даному культиваторі є втулки з композитного матеріалу TEKRONE (термопласт). Даний матеріал володіє властивістю самозмашування, він добре проявляє себе в так званому «сухому ковзані», зразково взаємодіє зі сталлю, міддю та іншими матеріалами, має високу ударну стійкість та високий опір стиранню, що вдвічі більший ніж сталь. Як і більшість сучасних виробників «Агромаш-Калина» пропонує системи внесення сухих гранульованих добрив та рідких добрив.

Avers-Agro – молода українська компанія, яка виробляє найбільше модифікацій культиватора GREEN RAZOR. Великою перевагою цієї компанії є те, що покупець може точно вибрати культиватор під свої потреби шириною захвату – 4,2; 5,6; 8,4; 9,8 та 11,2 м, ширина міжрядь яких регулюється в межах від 45 см до 70 см. Avers-Agro для більшості культиваторів пропонує два види рам – звичайну суцільну, яка не завжди є

зручною та складну раму, яка у транспортному положенні має ширину три метри і складається за допомогою гідроциліндрів. Рама піднята над ґрунтом на 90 см, що дає змогу проводити обробіток на пізніших стадіях вегетації. Є можливість встановлення на всі моделі систем внесення сухих гранульованих та рідких добрив. Даний виробник пропонує два види секцій з різними паралелограмними механізмами – одна не регульована, друга має регулювання стійки руху по глибині обробітку, що дає можливість більш точно відрегулювати культиватор. Секції мають пружину, що забезпечує притискне зусилля і точне утримання глибини обробітку ґрунту. Робочі органи виготовляються з покращеної зносостійкої сталі. Щодо різноманіття робочих органів, то воно досить велике. Є лап різних видів, пальчикові поліуретанові колеса, граблини, захисні щитки тощо. На кожній секції можна розмістити різний набір з великою кількістю робочих органів. Це можливо завдяки чотирьох платформ для кріплення.

Компанія Велес-Агро – виготовляє дві моделі міжрядних культиваторів з шириною захвату 5,6 метра. Вони вирізняються з поміж інших своєю оригінальною конструкцією.

Міжрядний культиватор GELIOS призначений для міжрядного обробітку високостеблових технічних культур з міжряддям 45-70 см. Він має раму, що складається за допомогою гідравліки, висота розміщення рами 80 см над ґрунтом. Основною відмінністю є його робочі секції. Вони мають унікальний метод кріплення до рами за допомогою одного гвинта, що в разі пришвидшує та полегшує налаштування, а також зміну міжрядних відстаней. Секції мають паралелограмний механізм, який теж є особливим. Адже за його допомогою секція при необхідності легко піднімається вгору та фіксується. Це корисна функція, наприклад, при обробітку країв поля. Глибина обробітку регулюється окремо для кожної секції гвинтом, що дає високу точність. Виробник пропонує два види секцій. Вони відрізняються лише кількістю платформ для кріплення робочих органів, на одній три на іншій – п'ять. Також виробник пропонує велику кількість робочих органів – звичайні пружні лапи, дискові тощо. На культиваторах також є можливість встановлення систем внесення рідких та гранульованих добрив.

Інша модель культиватора КМ 5.6 від фірми Велес-Агро є значно простішою за конструкцією. Ця модель також має ширину захвату 5,6 м. Рама являє собою суцільний посилений брус прямокутного перерізу 150x140x10 мм. Як завжди, основною відмінністю є робочі секції. Секція даного культиватора відрізняється від інших. Паралелограм до рами кріпиться за допомогою двох стрем'янок, що дає змогу регулювати міжряддя у великих межах. На паралелограмі є пружина, що дозволяє довантажити секцію до 100 кг. Є великий спектр регулювань: безступінчасте регулювання глибини обробітку досягається копіювальним колесом секції, пружні стрілочасті лапи регулюються по висоті, нахилу та горизонту. Саме розташування робочих органів вирізняє даний культиватор від інших, адже попереду секції встановлено дві пружні лапи із захисними



щитками, а ззаду на значній відстані, встановлена ще одна пружинна лапа, також із захисними щитками. Робочі органи культиватора виготовлені зі спеціальної борвмісної сталі, що покращує їх експлуатаційні показники. Також, на даний культиватор, як опція, може встановлюватися система з внесення сухих гранульованих добрив.

Безперечно, українські виробники постійно вдосконалюють культиватори для міжрядного обробітку ґрунту, покращують конструкції, виправляють недоврахування, але мають один важливий недолік – це велика захисна зона, яка становить – від 12 до 18 см. Безумовно, вона залежить від періоду вегетації рослин, але, враховуючи неточність технологічного водіння культиватора відносно рядка, цю захисну зону збільшують в рази, щоб запобігти пошкодження кореневої системи рослин, а також і самих рослин. Вітчизняні культиватори виконують культивацію на обмежених швидкостях, що впливає на їх продуктивність. Вони забезпечують задовільне знищення бур'янів у зоні обробітку, але в зоні рядка бур'яни продовжують рости, що негативно впливає на умови розвитку культурних рослин і, в цілому, на урожайність. Також, ці культиватори неспроможні обробляти посіви з вузькими міжряддями, наприклад – овочеві культури з вузькими міжряддями.

#### Список використаних джерел

1. Сільськогосподарські машини: підручник. Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко; за ред. Д.Г. Войтюка. Київ, «Агроосвіта», 2015. 679 с.
2. Бахур О., Думич В. Аналіз конструкцій машини для міжрядного обробітку просапних та овочевих культур. Науково-виробничий журнал «Техніка і технології АПК». №11. 2015. С. 8-12.
3. «Агромаш-Калина» <https://agrokalina.com>.
4. Avers-Agro <https://avers-agro.com.ua/ukr>.
5. Велес-Агро <https://www.velesagro.com>.

УДК 631.3

## **ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНІСТІ ЗАСТОСУВАННЯ УНІВЕРСАЛЬНОГО НАВАНТАЖУВАЧА, МОНТОВАНОГО НА ТРАКТОРІ**

*Макогін О. О., Волянський М. С.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Постановка проблеми. Навантажувачі забезпечують навантажувально-розвантажувальні роботи, підйом та перевезення різних

конструкцій чи матеріалів на відносно невеликих дистанціях. Застосування навантажувачів досить поширене в усіх сферах діяльності, а саме у будівництві, промисловості, сільському господарстві та інших сферах діяльності.

Основними робочими характеристиками мають бути - швидкість завантаження, максимальна висота підйому, вантажопідйомність за різних умов роботи. При цьому агрегат має бути компактним та простим у використанні.

Аналіз останніх досліджень. На ринку України представлені агрегати різного типу і конструкцій, починаючи від самохідних телескопічних навантажувачів і завершуючи фронтальними навантажувачами, які монтуються на раму трактора. Цінова політика агрегатів залежить від того, чи це самохідна установка, чи універсальна конструкція, яку можна встановити на мобільний енергетичний засіб. В даній статті розглянемо саме другий варіант.

Мета досліджень. Мета даної роботи полягає в обґрунтуванні вибору та застосуванні універсальних навантажувачів, монтованих на мобільний енергетичний засіб. Аналіз ринку даних агрегатів українського та закордонного виробництва.

Завданнями даної роботи є: дослідження універсального навантажувача, що монтується на навісну систему мобільного енергетичного засобу. Також показати переваги та недоліки навантажувачів різних конструкцій, представлених на ринку України. Актуальність застосування таких агрегатів у різних сферах діяльності.

Результати досліджень. На сьогоднішній день майже кожна сфера діяльності включає в себе роботи навантажувально-розвантажувального типу, транспортування матеріалів тощо. Для цього застосовують навантажувачі різних модифікацій та конструкцій. Вони можуть бути – самохідні фронтальні та телескопічні навантажувачі, а також можуть бути і начіпними, які встановлюють на навісну систему трактора або безпосередньо на його рамну конструкцію. Звісно є і міні-навантажувачі, зазвичай їх застосовують у місцях з обмеженими габаритами.

Насамперед, перед вибором навантажувача, потрібно звернути увагу на роботу, яку він має виконувати, параметри підйому вантажу, необхідну потужність приводу та його тип дизельний, бензиновий чи електричний, необхідність додаткових гідроліній, стійкість агрегату та його габарити. Багато чого залежить і від стану підлоги чи покриття в приміщенні, чи на майданчику, де працюватиме фронтальний навантажувач. На рівній поверхні характеристики стійкості фронтального навантажувача будуть значно вищими порівняно з нерівною поверхнею. Так, наприклад, шарнірні міні-навантажувачі та міні-навантажувачі з усіма поворотними колесами, на відміну від машин з бортовим поворотом, мають мінімальний вплив на

опорну поверхню і не ушкоджують опорну поверхню при маневруванні, особливо в поєднання з спеціальними шинами, які зменшують питомий тиск на поверхню.

Отже, основними критеріями вибору фронтального навантажувача – це його маневреність та вантажопідйомність, а відповідно – і продуктивність роботи. Навантажувачі, вироблені в Європі, Північній Америці чи в Японії мають великий запас надійності та технологічності, тому вони є ефективними в роботі. На світовому ринку фронтальних навантажувачів вже давно встановилися певні стандарти якості, залежно від цінового сегменту цієї техніки. Тому, важливо звертати увагу на конкретні експлуатаційні особливості тієї чи іншої моделі.

На сьогоднішній день в Україні також є власне виробництво навантажувачів таких брендів, як: ХТЗ, Teren, Elex, General Machines, Dellif, Дубовицький завод сільгосптехніки тощо.

Економічно доцільним рішенням є придбання агрегатів українського виробництва, що в рази дешевше, порівняно із закордонними аналогами, за умови ідентичних параметрів міцності конструкцій. Ще однією перевагою, є доступність запасних частин вітчизняного виробництва у вільному доступі. На дані навантажувачі можна встановлювати робочі органи різної конструкції, а саме: ковші різних об'ємів, щелепні ковші, гак для біг-бегів; ковші-дозатори, кранові стріли та гаки, вила для силоса чи сіна (з притисненою ґраткою і без неї), пристрій для захоплення сіна в рулонах і таке інше. Лідером з виробництва даного обладнання в Україні є компанія «А.ТОМ».

В сільському господарстві використовують фронтальні навантажувачі, що монтують на раму мобільного енергетичного засобу та на задню навісну систему трактора. Дані знаряддя, виробляються вітчизняними і закордонними компаніями, вони мають різну конструкцію, проте виконують одну й ту ж саму роботу (рис. 1).



Рис. 1. Навантажувачі: *а* – фронтальний General Machines, *б* – на задню навісну систему трактора Metal-Tech.

Кожен з даних типів навантажувачів має свої переваги та недоліки. Переваги монтування навантажувача на навісну систему трактора, полягає у більш простій конструкції, для керування застосовано лише два гідроциліндри, тоді як у навантажувача, монтованого на раму енергетичного засобу чотири, що потребує додаткового гідророзподільника. Це ускладнює роботу механізатора.

Значне поширення фронтальних навантажувачів пов'язане саме з їх універсальністю. Сьогодні фірми, які їх конструюють та виготовляють, пропонують низку спеціального обладнання, що значно розширює можливості техніки для виконання різноманітних сільськогосподарських робіт. Проте, порівняно із самохідними телескопічними навантажувачами, цей тип навантажувачів обмежений за висотою підіймання, що обмежує його використання. Основною перевагою фронтальних навантажувачів монтованих на тракторі є те, що поміж завантажувально-розвантажувальних робіт, трактор можна використовувати для інших сільськогосподарських робіт, а телескопічний навантажувач – тільки для завантаження, розвантаження та штабелювання вантажів.

Конструктивними особливостями даних навантажувачів є будова робочої, підіймальної стріли, кількість гідроциліндрів та спосіб їх розміщення, а також механізм кріплення до самого трактора.

Висновки. Для невеликих господарств раціональним та ефективним рішенням буде використання навантажувача, який монтується на задню навісну систему трактора. Даний вид навантажувача можна встановлювати на будь-який тип трактора, що має трьохточкову навісну систему. Він має ряд переваг у конструкції та способах застосування, адже при його використанні механізатору буде комфортно. Ще одною перевагою є його універсальність і те, що він швидкоз'ємний, тобто при виконанні завантажувально-розвантажувальних робіт ми монтуємо його на трактор, а потім цей же трактор можемо використовувати для транспортування або інших сільськогосподарських операцій. З фінансової точки зору він також має переваги, порівняно з навантажувачами фронтальними, що монтовані на раму та самохідними телескопічними.

#### Список використаних джерел

1. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: підручник. Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.М. Барановський та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. 2-е вид., перероб. та доп. Київ. НУБіП України, 2018. 736 с.

2. Сільськогосподарські машини: підручник. Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко; за ред. Д.Г. Войтюка. Київ, «Агроосвіта», 2015. 679 с.

3. Агробізнес-Україна – Інформаційно-рекламне видання передових технологій у сільському господарстві. <https://agrobusiness.com.ua/frontalny-navantazhuvach-nezaminnyi-pomichnyk>.

4. Пропозиція – Головний журнал з питань агробізнесу.  
<https://propozitsiya.com/ua/frontalniy-navantazhuvach-dopomizhni-ruki-fermera>.

УДК 631.356.22

## **АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОЧИСНИКІВ ГИЧКИ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ З ВЕРТИКАЛЬНИМ ВАЛОМ**

*Ліннік А. Ю.*

*Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і  
природокористування України «Бережанський агротехнічний інститут»*

Очищення гички цукрових буряків є важливою операцією в технологічному процесі виробництва коренеплодів цукрових буряків. Цей процес є ключовим у виробництві цукру, оскільки чистота буряків впливає на умови зберігання коренеплодів, затрати на транспортування та якість і кількість виробленого цукру. На сьогоднішній день існують певні проблеми, пов'язані з ефективністю та вартістю цього процесу, причиною чого є біологічні та механічні властивості гички. Традиційно очищення гички виконується шляхом механічного видалення гички з голівки коренеплоду на корені, що передує операції викопування, машинами обладнаними пасивними або активними очисними робочими органами, які можуть копіювати висоту росту голівки коренеплоду, його розміщення відносно осі рядка, тощо.

Фундаментальні основи дослідження процесу очищення гички цукрових буряків викладені у працях проф. Вовк П.Ф., який в 1936 році опублікував статтю в якій викладені фізико-механічні агробіологічні властивості цукрових буряків, залежності між окремими розмірами буряків та втрати цукристої маси коренеплодів при різних способах зрізування голівки кореня. Ця робота, а також праці українських вчених Василенка А. О., Бурмістрової М. Ф., Тат'янка М. В., Денисенка І. І., Погорілого Л. В., Зуєва М. М. справили основоположний вплив на розвиток бурякозбиральних машин. Математичним моделюванням процесу гички цукрових буряків очисними пристроями, а також теоретичними дослідженням цього процесу займалися такі видатні вчені як Погорілий Л. В., Булгаков В. М., Мартиненко В. Я. Суттєвий внесок у створення і дослідження нових конструкцій бурякозбиральних машин вклали Гевко Р. Б., Рогатинський Р. М., Рибак Т. І., Онищенко В. Б., Кушпель Р. А.

Метою дослідження є аналіз конструктивних особливостей очисників гички цукрових буряків з вертикальним робочим валом.

В процесі вирішення проблеми якісного видалення зеленої маси коренеплодів цукрових буряків, зменшення втрат цукристої сировини та зниження енергоємності процесу встановлено, що операції зрізу гички та очищення голівки коренеплоду раціонально проводити одночасно одним робочим органом, який поряд з тим забезпечить копіювання висоти росту коренеплодів [1].

Відомий апарат для зрізування гички та очищення головок коренеплодів на корені (рис. 1), що складається з вертикального вала 4, на якому розміщений диск 6 з ножами 7 і очисними елементами 8, при русі вздовж рядка за допомогою приводного редуктора 2 диск з робочими органами обертається зрізуючи гичку і очищуючи голівку коренеплоду від залишків [2]. Апарат працює таким чином. При русі вздовж рядків за допомогою приводного редуктора обертається вал, на якому жорстко закріплений диск, котрий приводить в рух копіювальні робочі елементи, що містять плавно зігнуті підпружинені стрижні за очисними робочими поверхнями. Гичка зрізується на встановленій висоті диском з шаблеподібними ножами і з допомогою бітерів переміщується за межі рядків. Після підвищеного зрізу головки коренеплодів очищуються копіювальними робочими елементами, що направлені вздовж осі вектора лінійної швидкості руху в точці першого контакту з коренеплодом. А відрізки пластин очисних поверхонь направлені відповідно до зон чищення по дотичній до головки коренеплоду та під певним кутом до залишків гички. Таким чином, відбувається одночасне зрізування гички з винесенням її за межі рядка та очищення головки коренеплоду.

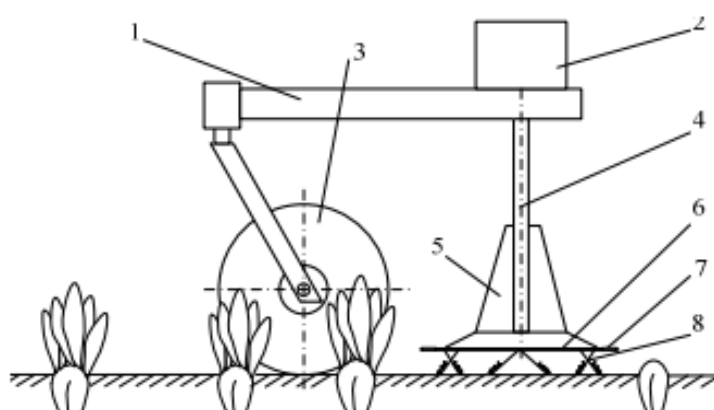


Рис. 1. Апарат для зрізування гички та очищення головок коренеплодів: 1 – рама; 2 – редуктор; 3 – опорне колесо; 4 – вал; 5 – бітер; 6 – диск; 7 – ніж; 8 – очисний елемент.

Також відомий пристрій для зрізування гички та очищення головок коренеплодів цукрових буряків проводить одночасно операції зрізування та

очищення залишків гички з голівки кореня при копіюванні висоти росту коренеплоду [3]. Конструкція пристрою (рис. 2) виконана у вигляді вала 1 встановленого під кутом до вертикалі, зв'язаного з втулкою 2 за допомогою двох штифтів 3, встановлених у валу таким чином, що їхні кінці знаходяться в пазах втулки і забезпечують можливість осьового переміщення втулки відносно вала, при чому, рухома пара втулка-вал закрита пилозахисним гофрованим кожухом 4. Втулка, за допомогою маточини 6, жорстко з'єднана з диском 7, який складається з несучої частини, на якій встановлено через  $90^{\circ}$  обрізуючі ножі 8 та пари очисних еластичних лопатей 9, закріплених через  $120^{\circ}$  та копіюючої, виконаної у вигляді конуса, направленою меншою частиною вниз.

Пристрій для зрізування гички та очищення головок коренеплодів цукрових буряків працює наступним чином. При русі агрегату вздовж рядка приводиться в рух вал 1 і відповідно диск 7, котрий приводить в рух ножі 8 та пари очисних елементів 9. Гичка зрізується ножами і відкидається з оброблювальної зони, очисні елементи проводять очистку залишків гички на голівці коренеплоду. Таким чином, відбувається одночасне зрізування гички з винесенням її за межі рядка та очищення головок коренеплодів.

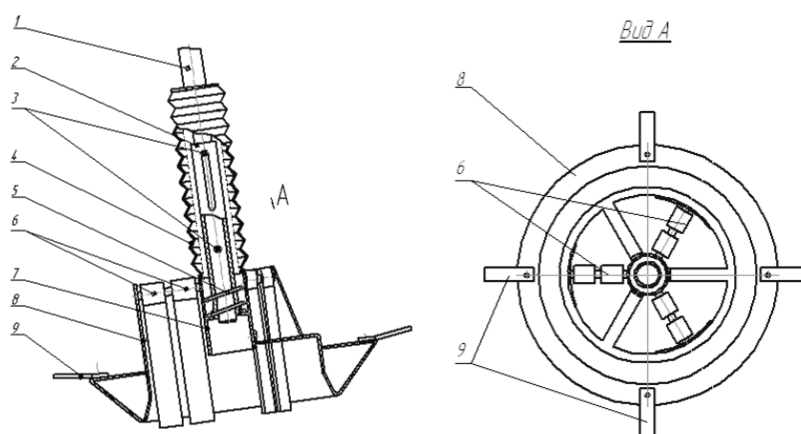


Рис. 2. Пристрій для видалення гички коренеплодів на корені: 1 – вал, 2 – втулка, 3 – штифт, 4 – кожух, 5 – пружина, 6 – маточина, 7 – диск, 8 – ніж, 9 – лопаті.

Копіювання висоти росту коренеплодів виконується копіювальною частиною диска 7 наступним чином. При зустрічі з високим коренеплодом конус ковзає по голівці коренеплоду обламуючи залишки гички і піднімає диск на необхідну висоту. Після проходження голівки коренеплоду під дією пружини 5 диск опускається обламуючи залишки гички з іншої сторони головки коренеплоду, при цьому, очищений коренеплід не впливатиме на копіювання висоти росту наступного коренеплоду, оскільки проходитиме під поверхнею копіювальної частини диска. Розміщення копіювального

елемента безпосередньо на очисному диску, забезпечує підвищення якості очистки голівок коренеплодів та спрощує в цілому конструкцію очисника.

Застосування розглянутих конструкції пристрів для гички цукрових буряків дозволить збільшити продуктивність та підвищити якість виконання робочого процесу.

Список використаних джерел

1. Ліннік А. Ю. Перспективні напрямки розвитку машин для очищення гички цукрових буряків. Формування конкурентоспроможної економіки: теоретичні, методичні та практичні засади: матеріали II міжнар. наук.-практ. конф. 21-22 березн. 2013 р. Тернопіль: Крок, 2013. С. 83-85.

2. Апарат для зрізування гички і очищення головок коренеплодів: пат. 17045 Україна: МПК UA A 01 D 23/02 №200601500 заявл. 14.02.06, опубл. 15.09.06. Бюл №9.

3. Пристрій для зрізування гички та очищення головок коренеплодів цукрових буряків: пат. 88382 UA A 01 D 23/02 №201312684 заявл. 30.10.13, опубл. 11.03.14. Бюл №5.

УДК 631.4; 631.31

## **ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНОГО УДОСКОНАЛЕННЯ БОРІН ДЛЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ**

*Теслюк В. В.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*Івашина М. Б., Черченко В.В.*

*Таращанський технічний та економіко-правовий фаховий коледж*

Постановка проблеми. В системі основного та передпосівного обробітків ґрунту широкого застосування набуває обробіток ґрунту знаряддями з ротаційними робочими органами. Найбільш широко використовуються ґрунтообробні знаряддя типу БДН-1,8, БДТ-3, БДТ-7, оснащені сферичними вирізними роторами [1, 2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Використання цих знарядь забезпечує скорочення термінів підготовки ґрунту до посіву, зниження енерговитрат та витрат праці на 20...25%, в порівнянні, з іншими типами ґрунтообробних машин. Однак, в силу своїх конструктивних особливостей ґрунтообробні знаряддя оснащені серійними робочими органами не повною мірою забезпечують агротехнічні вимоги стосовно заробки добрив, рослинних решток, гербіцидів тощо. Так, при заробці дисковою бороною на поверхні ґрунту, в шарі 0...6 мм, залишається до 75% внесених добрив, що



значно зменшує ефективність їх використання сільськогосподарськими рослинами. Тому необхідним є обґрунтування робочих процесів спрямованих на покращення показників обертання скиби та розробка конструкцій ротаційних робочих органів, які забезпечували б достатню якість обробітку за показниками заробки в ґрунт на оптимальну глибину стерні, органічних та мінеральних добрив тощо.

Мета дослідження. Підвищення ефективності основного та передпосівного обробітку ґрунту.

Виклад основного матеріалу. За результатами попередніх аналітичних досліджень запропоновано ротаційний робочий орган, оснащений ножами-лопатями, передня робоча поверхня яких є коноїдом, уніфікований до борін БДН-1,8, БДВ-3, БДВ-7. Встановлені оптимальні межі варіювання кута атаки  $\beta=20^\circ\text{...}23^\circ$  батареї робочих органів, та відстань між роторами в батареї  $l=0,20\text{...}0,22$ .

За результатами дослідження структурно-агрегатного складу ґрунту встановлено, що кількість агрегатів ґрунту ( $d<0,25$  і  $d>10$ ), які не відповідають агро вимогам, у запропонованих варіантах №1 та №2 зменшилась на 14,5% і 12,7% відповідно, до фону та на 2,8% і 1,0% відповідно, до базового варіанта а коефіцієнт структурності в порівнянні з базовим варіантом збільшився в 1,14 (варіант 1) та 1,04 (варіант 2) рази.

Встановлено, що застосування ґрунтообробного знаряддя оснащеного ротаційно-лопатевими робочими органами дозволяє зменшити кількість ерозійно-небезпечних агрегатів ґрунту на 14,5% в порівнянні з агрофоном, та на 2,8% відносно базового варіанту порівняння; коефіцієнт структурності в порівнянні з базовим варіантом збільшився в 1,14; абсолютна вологість ґрунту у шарі 0...20см в порівнянні з базовим варіантом була вищою на 5,6%; щільність обробленого ґрунту знаряддям з пропонованими робочими органами відповідає агро вимогам і становить 1,198г/см<sup>3</sup>, що на 6,2% менше ніж для базового варіанту і на 37% менше у порівнянні з агрофоном; величина опору зминання ґрунту (твердість) становить 49,77кН/м<sup>2</sup>, що менше на 15,7% у порівнянні з базовим обробітком та на 43% менше у порівнянні з фоном.

Висновки. Показник заробки добрив та рослинних решток, в порівнянні з базовим варіантом, збільшився в 2,07 разів і становить 87% та відповідає теоретично визначеному значенню. Максимальна гребнистість мікрорельєфу профілю обробленої поверхні поля за обробітку знаряддям оснащеним пропонованими ґрунтообробними робочими органами не перевищує 5,6см.

Список використаних джерел

1. Кухарець С. М., Шелудченко Б. А., Забродський П. М. Кінематична модель ротаційного ґрунтообробного знаряддя. Вісник Державної агроєкологічної академії України. Житомир. ДАУ. 2002. №1. С.133-137.

4. Кухарець С. М., Шелудченко Б. А., Шубенко В. О. Модельні дослідження макетів ротаційних робочих органів ґрунтообробних знарядь. "Механізація сільськогосподарського виробництва": Зб. наук. пр. Нац. аграр. ун-ту. Київ. НАУ. 2000. №8. С. 199-202.

5. Шелудченко Б. А., Шубенко В. О., Кухарець С. М. Надійність роботи ґрунтообробного знаряддя з "кільцевими" ротаційними робочими органами за наявності у них технологічних тріщин. Вісник Державної агроєкологічної академії України. Житомир. ДААУ. 1999. №1-2. С.124-129.

УДК 631.171: 633.63

## **ОБГРУНТУВАННЯ ОПЕРАЦІЇ СІВБИ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ ПО ГРЕБЕНЕВІЙ ТЕХНОЛОГІЇ**

*Теслюк В. В.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*Ікальчик М. І.*

*Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України "Ніжинський агротехнічний інститут"*

*Якубовський О. В.*

*Таращанський технічний та економіко-правовий фаховий коледж*

Постановка проблеми. Технологія вирощування цукрових буряків включає послідовно виконувани операції обробки ґрунту, внесення добрив, весняної передпосівної обробки, сівби та догляду за посівами, які забезпечують необхідні умови для проростання насіння, росту і розвитку коренеплідів та накопичення в них цукру а також збирання урожаю.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Передпосівний обробіток ґрунту характеризується своєчасним і якісним виконанням технологічних операцій з мінімальними впливом на створений агрофон. Багаторічні результати досліджень наукових установ показують, що цукрові буряки досить вимогливі до якості передпосівної підготовки ґрунту. Тому для їх вирощування, повинні бути розроблені і впроваджені зональні прийоми і технології, які передбачали б мінімалізацію передпосівного обробітку ґрунту, особливо важкого за механічним складом.

Мета дослідження: підвищення ефективності вирощування органічної продукції рослинництва.

Виклад основного матеріалу. Аналіз розвитку науки і практики в напрямку створення енергозберігаючих й ґрунтозахисних технологій виробництва цукрових буряків дав нам підстави для розробки, дослідження

та впровадження способу їх виробництва на ґрунтах важких за механічним складом, який підвищує їх продуктивність, знижує матеріальні та енергетичні затрати. Суть її полягає в наступному: восени на фоні напівпарового або поліпшеного обробітку ґрунту на вирівненій поверхні поля культиватором (наприклад УКРП-5,4 або УСМК-5,4), обладнаним туковисівними апаратами, локально вносять мінеральні добрива, які розміщують по лінії майбутніх рядків на інтервалах заданої ширини міжрядь 45 см, в зоні найкращого розвитку кореневої системи рослин на глибину 16-20 см з одночасним формуванням гребенів спеціальними робочими органами над стрічками внесених добрив.

Формування гребенів восени сприяє інтенсивному накопиченню вологи, а весною швидкому дозріванню ґрунту в зоні гребенів, що дозволяє в більш ранні строки проводити сівбу і збільшити вегетаційний період. Ранньою весною гребені зрізають до висоти 3-4 см відносно поверхні з одночасним стрічковим внесенням гербіцидів в зону рядка з наступним висівом насіння цукрових буряків.

В результаті проведених досліджень встановлено, що за умов більш ранніх строків сівби відмічено зниження ураження рослин цукрових буряків коренеїдом в 1,8 рази порівняно з традиційним, отримано достовірний приріст урожайності коренеплодів і збір цукру відповідно на 4,8 т/га і 0,7 т/га, в той же час виключення прийомів весняного боронування, шлейфування, глибокого обробітку, суцільного внесення гербіцидів, передпосівного обробітку зумовило зниження витрат праці в 1,5 рази, пального – в 2,5 рази, грошових витрат – в 1,9 рази.

Висновки. Наукове і практичне обґрунтування технологічної операції передпосівного обробітку ґрунту шляхом осіннього формування гребенів показало позитивні результати і є актуальним для наукових досліджень та практичної реалізації технологічного процесу.

#### Список використаних джерел

1. Зубенко В. Ф. Довідник буряководи. Київ. Урожай, 1991. 237 с.
2. Гречкосій В. Д. Проектування технологічних процесів у рослинництві: навчальний посібник. Київ. Видавничий центр НУБіП України, 2011. 364 с.
3. Войтюк Д. Г. Сільськогосподарські машини: підручник. Київ. Агроосвіта, 2015. 679 с.
4. Рудь А. В. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва : підруч. у 2 т : Т 2 / [А. В. Рудь, І. М. Бандера, Д. Г. Войтюк та ін.] ; за ред. А. В. Рудя. Київ. Агроосвіта, 2012. 432 с.; іл.
5. Рудь А. В. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва : підруч. у 2 т : Т 2 / [А. В. Рудь, І. М. Бандера, Д. Г. Войтюк та ін.] ; за ред. А.В. Рудя. Київ. Агроосвіта, 2012. 432 с.; іл.

УДК 631.171: 633.63

## **АНАЛІЗ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ КОПРА АПАРАТА ВОДІННЯ КОРЕНЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ**

*Теслюк В. В.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України  
Барановський В. М.*

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
Швора В. О.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Постановка проблеми. Важливим резервом збільшення валових зборів зерна, технічних та інших сільськогосподарських культур є ріст оснащеності сільськогосподарського виробництва високопродуктивними машинами, і підвищення їх експлуатаційних показників [1, 2].

Зменшення втрат технічних культур в країні лише на 1% рівнозначно збільшенню посівних площ на 1 млн. га.

За статистичними даними втрати кормових буряків під час збирання коливаються в межах від 4 до 13% і їх величина значною мірою залежить від типу збиральних машин та систем керування робочими органами [3].

Тому одним із шляхів удосконалення автомата керування є значне спрощення його конструкції і одночасно підвищення точності і надійності роботи.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Одними з найбільш вагомих є втрати внаслідок механічного пошкодження коренеплідів в процесі їх викопування внаслідок несправності, або недостатньої ефективності автомата керування.

Тому в конструкціях коренезбиральних машин, для забезпечення допустимого рівня пошкоджень і втрат, займає система керування (СК), яка повинна забезпечити необхідну точність ведення комбайна по рядках при високих швидкостях збирання. Це дозволить підвищити продуктивність машини, зменшити втрати коренів, а також полегшити умови праці механізатора, оскільки система керування звільняє його від важкої монотонної роботи при керуванні машиною під час виконання технологічного процесу.

Мета дослідження: підвищення ефективності збирання буряків шляхом удосконалення автомата керування-апарата водіння.

Виклад основного матеріалу. Роль копра-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 затискалися коренями направляючих рядків, але й не знаходилися далеко від них, тобто були з мінімальним зазором.

Висновки. 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. Видавничий центр НУБіП України, 2011. 364 с.
2. Дубровін В. О. Проектування технологічних процесів у рослинництві. Методичні вказівки і завдання для виконання практичних і самостійних робіт. Київ. Видавничий центр НУБіП, 2012. 116 с.
3. Барановський В. Основні етапи та сучасні тенденції розвитку коренезбиральних машин. Вісник Тернопільського держ. техн. ун-у. Тернопіль : ТДТУ, 2006. Т. 11. № 2. С. 67–75.
4. Булгаков В. М. Теория свеклоуборочных машин : монография. Кировоград : "КОД", 2009. 256 с.

УДК 631.171: 633.63

## АНАЛІЗ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ГРУНТООБРОБНОГО ЗНАРЯДДЯ

*Теслюк В. В.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*Пономаренко О. В., Рабенко О. В.*

*Таращанський технічний та економіко-правовий фаховий коледж*

Постановка проблеми. Актуальним завданням механізованого передпосівного обробітку ґрунту є скорочення часу на його обробіток, збереження вологості та створення дрібногрудочкового стану його структури, що характеризується великою кількістю проходів агрегатів по полю. Зменшення кількості таких проходів, часу на виконання технологічних операцій, а також зменшення випаровування вологи можливе за рахунок впровадження комбінованих ґрунтообробних агрегатів [1].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Огляд нами існуючих комбінованих ґрунтообробних агрегатів показав, що мало вивченою проблемою, за умов обробітку ґрунту, є зменшення руйнування ґрунту, надання раціональної структури, а також збереження вологи. Для умов Полісся в результаті вивчення різних конструкцій запропоновано використання планчастих котків діаметром в межах 230...380, товщина прутка 8...16, відстань між прутками 60...120 мм, кількість їх по колу котка 6...12. Після проходження культиватора, обладнаного секціями планчастих котків, ґрунт має дрібно фракційну структуру і щільність 1,1...1,2 т/м<sup>3</sup>. Таким чином необхідні роботи по подальшому узгодженню сумісної роботи котків в складі МТА, з узгодженням впливу параметрів котків на основні агротехнічні показники обробітку ґрунту.

Мета дослідження: підвищення ефективності передпосівного обробітку ґрунту за рахунок впровадження комбінованих ґрунтообробних агрегатів.

Виклад основного матеріалу. Для підвищення рівномірності обробітку ґрунту комбінованим агрегатом, вісі котків запропоновано встановити на плаваючій підвісці. Рівномірність ходу рами по поверхні ґрунту забезпечується за рахунок застосування балансірної підвіски, яка копіює рельєф поверхні поля. Ефективність роботи ґрунтообробних знарядь оцінювалась через покращення показників передпосівного обробітку ґрунту. Експериментальними дослідженнями встановлено, що інтенсивність руйнування структури ґрунту зменшується за рахунок використання послідовно розташованої пари котків. Кількість фракцій ґрунту з середнім розміром  $d < 0,25\text{мм}$  і  $d > 10\text{мм}$ , зменшилась на 7,0 % і 2,5 % до базового агрегата та відповідно на 23,1 % і 29,6 %, до агрофона.

Запропонований ґрунтообробний агрегат порівняно з базовим у середньому забезпечує зменшення втрат вологи під час обробітку до 13 %, збільшення щільності до 25 % порівняно з базовим агрегатом. Абсолютна вологість ґрунту у шарі 0...40 мм після проведення обробітку при порівнянні з базовим варіантом була вищою на 62 %

Висновки. Встановлено, що застосування комбінованого ґрунтообробного агрегата зменшує витрати праці за рахунок скорочення числа операцій на 23,6 %, сукупної енергії на 13,9 %, порівняно з контрольним варіантом.

Список використаних джерел

1. Кравчук В. І. Сучасні тенденції розвитку конструкції с.-г. техніки. Київ. Аграрна наука. 2004. 396 с.

2. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку : підруч. для студентів вузів. за ред. Д. Г. Войтюка. Київ, 2005. 464 с.

3. Сисолін, П. В. Конструкторські розробки: нових, вітчизняних, універсальних машин для звичайної, стерньової, мульчо-стерньової, екологічнобезпечної, енергозберігаючої технології вирощування сільськогосподарських культур в Україні: монографія. Кіровоград: КОД, 2009. 128 с.

4. Патент №8911U України. МПК7 А 01 В 29/04 29/06. Голчастий коток для додаткового розпушування ґрунту. П. В. Сисолін, В. М. Сало, В. З. Місків, І. П. Сисоліна ; заявник та власник Кіровоградський національний технічний університет. № 200502817; Заявл. 28.03.2005 опубл. 15.08.2005, Бюл. № 8.

УДК 632.952:002.2

## **АКТУАЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ГРИБНИХ ПОЛІСАХАРИДІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР**

*Теслюк В. В.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*Ковбасенко В. М.*

*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН*

*Ярощук А. Г.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Постановка проблеми. Екологічно чисті продукти – основна умова здорового життя людини. Залишкові кількості пестицидів, які застосовують для захисту рослин від негативних впливів, в продуктах харчування

повільно, але постійно впливають на якість життя та рівень здоров'я, яке подарувала нам природа.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Проблему отримання екологічно чистої продукції люди пробують вирішувати різними шляхами. Господарники, які вирощують органічну екологічно чисту продукцію, просто відмовляються від застосування ядохімікатів, а в науці значні сили і засоби витрачаються для створення хворобостійких сортів. Однак, на жаль патогенні мікроорганізми пристосовуються до нових сортів значно швидше, ніж вони створюються.

Мета дослідження: підвищення ефективності вирощування овочевих культур.

Виклад основного матеріалу. Новий напрям в підвищенні стійкості рослин до хвороб виник після поглибленого вивчення взаємовідносин між рослиною і паразитом. У кожної рослини є потужний арсенал захисних механізмів від паразитних мікроорганізмів, які можна включати, обробивши їх спеціальними речовинами індукторами хворобостійкості – елісаторами.

Елісаторними властивостями володіють деякі біологічні молекули грибного та бактеріального походження серед яких є полісахариди: глюкани, меланіни, хітин і хітозан. В задачу наших досліджень входило вивчення ефективності застосування створеного мікобіопрепарату мікостим на основі грибних глюканів і інших індукторів резистентності для захисту овочевих культур від хвороб шляхом їх обробки в період вегетації. Основною діючою речовиною даного препарату мікостиму є лужний екстракт грибних біополімерів і наночастинки біогенних елементів (срібло, мідь та інш.), які здатні індукувати утворення антипатогенних речовин в клітинах та тканинах рослин. Нами була створена технологія отримання грибного екстракту на основі біополімерів, який показує високу елісаторну активність. На основі цього екстракту розроблений універсальний мікобіопрепарат «Мікостим» який рекомендовано для передпосівної обробки насіння, цибулин, бульб, корінців розсади та саджанців, а також для обробки рослин в період росту. Багаторічні випробування показали, що застосування мікобіопрепарату і інших індукторів резистентності для захисту овочевих культур від хвороб шляхом їх обробки в період вегетації показали пролонговану комплексну дію і в результаті забезпечують високу біологічну ефективність на різних культурах. Встановлено, що при обробці насіння культур підвищується енергія проростання і схожість насіння в порівнянні з насінням обробленим хімічними препаратами.

Біологічна ефективність мікобіопрепарату Мікостим проти корневих гнилей огірка складала 93,7%, а дині відповідно – 90,5%. Обробка рослин огірків в період росту знизила ураження пероноспорозом на 40,8 %, в порівнянні необробленими, а дині відповідно на 23,6 % і знаходилось на рівні дії хімічних препаратів. Мікостим стимулює розвиток кореневої



системи та ріст рослини. Обробка насіння і рослин огірків та дині мікобіопрепаратом Мікостим дозволила отримати додатково екологічно чистих 70 ц/га огірків і 110 ц/га дині. Рослини огірка більш тривалий час знаходилися зеленими.

Обробка насіння перед сівбою дозволяє захистити рослини на весь період вегетації. Для захисту рослин в період вегетації достатньо однієї – двох обробок. При проведенні робіт з препаратами не потрібно ніяких індивідуальних засобів захисту. Відсутність токсичності дозволяє широко використовувати препарат для кімнатних рослин і в теплицях.

Одержані нами результати показують, що мікостим і ферулова кислота індукують захисні механізми у рослин й зумовлюють зниження їх ураженості хворобами, а бакова суміш половинної норми їх витрати виявляє ще вищу ефективність, ніж кожен окремо.

Висновки і перспективи подальших розвідок. При обприскуванні овочевих культур у процесі вегетації по прогнозу ураження їх патогенами мікобіопрепаратом „Мікостим”, феруловою кислотою і композиційною їх сумішшю виявлено високу біологічну ефективність у боротьбі з хворобами.

Список використаних джерел

1. Теслюк В. В., Григорюк І. П., Камінський В. Ф., Ковбасенко В. М. Біологічні системи регуляції стійкості рослин проти хвороб: монографія. КИЇВ. НУБіП України, 2015. 370 с.

2. Дмитрієв О. П. Сигнальні системи рослин та формування стійкості проти біотичного стресу: посібник. Київ: «Фенікс», 2015. 192 с.

3. Ковбасенко Р. В. Підвищення резистентності овочевих культур до хвороб. Агроекологічний журнал. № 6. 2008. С. 105-108.

УДК 631.363.2

## **ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ГРИБНИХ ПОЛІСАХАРИДІВ**

*Теслюк В. В.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*Ковбасенко В. М.*

*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН*

*Ярошук А. Г.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Постановка проблеми. Недобір продукції рослинництва від шкідливих організмів становлять 30–50 %, що призводить до значних

економічних збитків. Збільшення виробництва рослинницької продукції вирішують шляхом розробки і впровадження комплексних заходів сільськогосподарського виробництва [1]. Захист культурних рослин від біотичних стрес-чинників, особливо хвороб, в технологічному процесі вирощування польових культур був і залишається однією із кардинальних проблем. Для забезпечення одержання якісного і стабільного урожаю рекомендується використання екологічно безпечних, високоефективних заходів захисту сільськогосподарських культур від хвороб. Тому розробка і створення новітніх біотехнологій захисту культурних рослин від хвороб є актуальним науковим і практичним напрямом.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Використовуючи широкий спектр фундаментальних методичних підходів до вирішення цієї глобальної проблеми, біологи все більше уваги приділяють генетичному потенціалу стійкості, який повною мірою не реалізується культурною рослиною в умовах дії шкідливих організмів та екологічного стресу. Аналіз технологій засвідчує, що на практиці сьогодні ширше використовують хімічні засоби, а пестициди природного походження застосовують дуже обмежено, тому що біотехнологія їх одержання і застосування носить фрагментарний характер, не формалізована і не систематизована [2].

Мета дослідження: підвищення резистентності рослин проти негативних впливів шляхом впровадження технологій індукції захисних механізмів.

Виклад основного матеріалу. Опрацьовані нами наукові матеріали засвідчують, що нині актуального значення набуває системний підхід у вивченні новітнього способу підвищення природної стійкості рослин до хвороб шляхом стимуляції захисних механізмів із використанням біологічно активних речовин з 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.

Висновки. Отримані теоретичні і практичні результати ефективності цих полісахаридів дозволили нам розробити біотехнологію одержання мікобіопрепаратів й запропонувати новітні препарати на основі хітину, хітозану і глюканів.

Список використаних джерел

1. Федоренко В. П. Інтегрований захист сільськогосподарських культур в Україні. Інтегрований захист рослин на початку XXI століття.

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Інститут захисту рослин. Київ. Колобіг, 2004. С. 3–28.

2. Кошевський І. І., Активація захисних механізмів овочевих культур. Інтегрований захист рослин на початку ХХІ століття. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Інститут захисту рослин. Київ. Колобіг, 2004. С. 343–348.

3. Ковбасенко Р. В. Підвищення резистентності овочевих культур до хвороб. Агроекологічний журнал. Червень 2008 р. Інститут агроекології УААН. С. 105–108.

УДК 633.282.631.322.81:631.17

## **ТЕХНІЧНИЙ ЗАСІБ ДЛЯ МЕХАНІЗОВАНОГО ВИКОПУВАННЯ КОРЕНЕВИЩ МІСКАНТУСУ**

*Погорілий С. П., Присяжний В. Г.*

*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН*

Постановка проблеми. Виробництво і використання рослинної біомаси для отримання енергії сприятиме зменшенню залежності України від імпортованої нафти та природного газу.

У структурі відновлювальних джерел енергії у світі більше 50 % займає енергія отримана з біомаси рослинного походження. У Фінляндії частка біомаси в кінцевому енергоспоживанні становить 28 %, у Латвії – більше 27 %, у Швеції та Естонії – близько 26 %. Напрямок альтернативної енергетики перебуває в Україні на етапі розвитку й становить близько 2 % від загального споживання енергоресурсів [1].

Аналіз останніх досліджень. За результатами досліджень [1–5] перспективною культурою для отримання енергетичної сировини є міскантус, який за врожайністю сухої біомаси, ефективністю акумуляції сонячної енергії та екологічністю технології вирощування має переваги перед іншими енергетичними культурами. Він не виснажує землю, не надто вимогливий до якості ґрунту, може зростати навіть на низькоякісних, бідних ґрунтах, яких за оцінками біоенергетичної асоціації України (БАУ) в Україні є 3–4 млн. га. Урожай із міскантусу можна збирати більше 20 років. Завдяки цьому аграрії зможуть отримувати прибуток від використання таких земель і не займати площі, де вирощуються сільськогосподарські культури.

Міскантус розмножується поділом кореневищ на різони. Посадковий матеріал готують, як правило, вручну. Садіння здійснюють простими машинами різної рядності з ручною подачею посадкового матеріалу.

Затрати праці у структурі витрат на вирощування міскантусу становлять 43 %.

Мета. Зменшення затрат праці на виробництво посадкового матеріалу міскантусу.

Результати досліджень. Для зменшення затрат праці в ІМА АПВ розроблено та виготовлено технічний засіб для механізованого викопування кореневищ міскантусу з поділом їх на частини та ризоми.

Поділ кореневищ міскантусу на частини та ризоми забезпечує адаптер, який складається з барабана з зубцями та надбарабання із змінними пальцями. Схема розташування пальців надбарабання та відстань між барабаном і надбарабанням вибирається в залежності від фізико-механічних властивостей ґрунту.

Використання технічного засобу забезпечує зменшення в 3–4 рази затрати праці на виробництво посадкового матеріалу. За даними досліджень відсоток неподілених кореневищ становить 18,5 %, ступінь відокремлення ґрунту – 82,7 % за абсолютної його вологості 22,6 %. Співвідношення поділених кореневищ міскантусу на частини та ризоми – 39:61. Кількість пошкоджень посадкового матеріалу міскантусу становить 2,5 %.

Висновки. 1. Розроблено та виготовлено технічний засіб для механізованого викопування кореневищ міскантусу з поділом їх на частини та ризоми. Поділ кореневищ міскантусу на частини та ризоми забезпечує адаптер, в якому передбачено регулювання частоти обертання барабана, довжини та кількості змінних пальців надбарабання, а також відстані між пальцями надбарабання.

2. За даними досліджень відсоток неподілених кореневищ становить 18,5 %, ступінь відокремлення ґрунту – 82,7 % за абсолютної його вологості 22,6 %. Співвідношення поділених кореневищ міскантусу на частини та ризоми – 39:61. Кількість пошкоджень посадкового матеріалу міскантусу становить 2,5 %.

#### Список використаних джерел

1. Вплив елементів механізованої технології вирощування на продуктивність біомаси міскантусу / Гументик М. Я., Квак В. М., Замойський О. І., Морозова Є. В. *Вісник ДДАЕУ*, 2015. № 4. С. 50–54.

2. Міскантус. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B8%D1%81%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D1%82%D1%83%D1%81> (дата звернення 12.05.2023).

3. Альтернативні джерела енергії. URL: <https://soncedim.com.ua/blog/alternativni-dzherela-energiyi> дата звернення 12.05.2023.

4. Технологія вирощування міскантуса. URL: [https://atagos.com.ua/product/vozdelyvanie\\_miskantusa/](https://atagos.com.ua/product/vozdelyvanie_miskantusa/) (дата звернення 12.05.2023).

5. Гументик М. Я. Вплив способу садіння міскантусу гігантського на продуктивність ризом в умовах Лісостепу України / М. Я. Гументик // Біоенергетика. – 2017. – № 1. – С. 26-29. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Bioen\\_2017\\_1\\_10](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Bioen_2017_1_10) (дата звернення 12.05.2023).

УДК 621.87.001

## МЕХАНІКА КОНСТРУКЦІЇ ГВИНТОВОЇ ПАРИ ВАНТАЖОПІДЙОМНОГО ПРИСТРОЮ

*Рибалко В. М.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

У вантажопідйомних механізмах із передачею гвинт-гайка замість пари із тертям ковзання застосовують пари із тертям кочення. Це дозволяє збільшити к.к.д. (до  $\eta=0,9$ ), зменшити зношування робочої поверхні механізму, збільшити точність переміщення та збільшити довговічність пристрою. Будова передачі гвинт-гайка із тертям кочення значно складніша, у порівнянні із передачею тертям ковзання. Це пояснюється тим, що у гвинтових кулькових парах між робочими гвинтовими поверхнями гайки та гвинта розміщені сталеві кульки. Швидкість руху кульок відрізняється від швидкості руху ведучої та веденої ланок, тому для забезпечення безперервного руху кульок вхідна та вихідна частини різі з'єднані спеціальним каналом, який потребує обґрунтування його геометричних параметрів. Замкнутий ланцюг кульок розділяють на робочу та пасивну (кульки, які знаходяться у каналі) частини.

До основних параметрів гвинтової кулькової пари відносять: кутову швидкість,  $\omega_c^{-1}$ , швидкість поступального руху,  $v$  м/с; кут підйому гвинтової лінії,  $\psi$ ; приведений кут тертя кочення,  $\rho_k$ . Оскільки  $\rho_k \ll \psi$ , то навіть при малих значеннях  $\psi$  (кут підйому гвинтової лінії) к.к.д. передачі залишається у межах,  $\eta=0,8\dots 0,9$ , нова самогальмування відсутня.

Крутний момент на ведучій ланці:

$$T = F_a \frac{D_{cp}}{2} \operatorname{tg}(\psi + \rho_k)$$

де  $F_a$  – осьове зусилля, Н;  $D_{cp}$  – діаметр кола розміщення центрів кульок, м;  $\psi$  – кут підйому гвинтової лінії;  $\rho_k$  – приведений кут тертя кочення.

Момент загвинчування (крутний момент) залежить від тертя між кулькою та робочою поверхнею (перехід від пасивного до робочого стану).

Величина колової сили при наявності тертя у канавках:

$$F_t = \frac{F_a}{\operatorname{tg}(\psi - \rho_k) + \operatorname{tg}(\beta - \rho_k)}$$

$\beta$  – кут, між вектором нормальної сили та її горизонтальної складової  
Величина осьової сили, виходячи із умови міцності конструкції  
вантажопідйомного пристрою (гвинта, гайки, кульки): [2]

$$F_a = \frac{G \cdot d^4 \cdot l}{8D^3 l_p}$$

де  $l$  – переміщення кульки;  $G$  – модуль зсуву, МПа;  $d$  – діаметр кульки;  $D_0$  – діаметр розміщення центрів кульок;  $l_p$  – кількість канавок;

Тоді максимальний крутний момент, що передається кульково-гвинтовою передачею:

$$T_{max} = \frac{K_t \cdot D_0}{2} \cdot F_{tmax} = K_p \frac{2 \cdot l + (1 + \sin \alpha) d}{\operatorname{tg}(\psi - \rho_k) + \operatorname{tg}(\beta - \rho_k)}$$

де  $K_t$  – коефіцієнт нерівномірності розподілу навантаження між кульками

$$K_p = K_t \frac{GD_0 d^4}{32 \cdot D^3 \cdot l_p} - \text{коефіцієнт запасу міцності}$$

За умови осьового навантаження гвинтової кулькової пари визначають питомих осьове навантаження:

$$p = \frac{F_a}{z_k \cdot d_k^2 \cdot \gamma \cdot U}$$

$z_k$  - кількість кульок у робочій частині;  $\gamma=0,8$  - коефіцієнт нерівномірності розподілу навантаження;  $U$  - кількість замкнутих робочих ланцюгів.

За значенням  $p$  визначають максимальні контактні напруження  $\sigma_{max}$ , орієнтуючись на величину відносного зазору  $X = \Delta/d_k$  [1]. Допустиме значення  $[\sigma]_{max}=5000$ МПа. Для гвинтових поверхонь гвинта твердість поверхні HRC  $\geq 53$ , для кульок - HRC  $\geq 63$ .

Допустима осьова статична вантажопідйомність:

$$[F_a]_{ст} = [p]_{ст} \cdot z_k \cdot d_k^2 \cdot \gamma \cdot U, H$$

де  $[p]_{ст}$  - допустиме осьове питомих статичне навантаження, яке залежить від  $X$  і визначається із табл.[1].

Із врахуванням радіального навантаження максимальні контактні напруження визначають за залежностями:

для гвинта

$$\sigma_{max} = 800 \frac{1}{\xi} \sqrt[3]{\frac{5 \cdot F_2}{z_k} \left( \frac{4}{d_k^2} + \frac{2}{D_{вн}^2} - \frac{1}{r_{ж}^2} \right)}; \text{МПа}$$

для гайки

$$\sigma_{max} = 890 \frac{1}{\xi} \sqrt[3]{\frac{5 \cdot F_2}{z_k} \left( \frac{4}{d_k^2} - \frac{2}{D_3^2} - \frac{1}{r_{ж}^2} \right)}; \text{МПа}$$

де  $d_k$  - діаметр кульки;  $D_{вн}$  - внутрішній діаметр різі;  $D_3$  - зовнішній діаметр різі;  $r_{ж}$  - радіус жолоба.

Рекомендовано, при одночасній дії осьового та радіального навантаження перевірку на міцність (складання умови міцності) проводити окремо для кожного навантаження [1].

При складанні умови міцності для елементів вантажопідйомних механізмів гвинтового типу, для визначення допустимих напружень за небезпечні напруження приймають границю текучості,  $\sigma_T$  або границю міцності  $\sigma_B$ . Але кульково-гвинтова передача більш близька за параметрами та навантаженнями до підшипників кочення. Тому можна припустити, що руйнування в обох механізмах ідентичні - руйнування від втоми (викришування робочої поверхні). Тому доцільно при визначенні допустимих напружень для кульково-гвинтових передач використовувати границю витривалості  $\sigma_{0ct}$  матеріалу. Це викликано тим, що контактні напруження у передачі змінюються за пульсуючим циклом зміни напружень, тому для їхнього визначення можна скористатися залежністю:

$\sigma_{0ct} = 0,58\sigma_B + 2,3$  - границя витривалості матеріалу при пульсуючому циклі зміни напружень стиску.

Висновки: Схожість будови кульково-гвинтової передачі із кульковими підшипниками кочення, дія на них однакових видів навантажень та утворення однакових видів напружень дає можливість використовувати у розрахунках на контактну міцність кульково-гвинтової передачі границю витривалості  $\sigma_T$  - границі текучості. Цей фактор позитивно вплине на міцність, жорсткість та довговічність вантажопідйомних пристроїв.

Список використаних джерел

1. Овчаров Б. З., Міняйло А. В, Мазоренко Д. І.; Тіщенко Л. М. Розрахунки і проектування деталей машин. Харків. ФОП Родак Л.П., 2008. 315 с.
2. Малащенко В. О., Гащун П. М., Сороківський О. І. Кулькові механізми вільного ходу. Львів: Новий Світ. 2000; 2012. 212 с.

## Секція

# Механіко-технологічні процеси, робочі органи та машини для тваринництва

УДК 636.2.034

### ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТИМУЛЮВАЛЬНОГО ДОЇЛЬНОГО АПАРАТА

*Білецький В. Р., Осипчук О. М.  
Поліський національний університет*

Вимоги, що встановлюють порядок впливу на молочну залозу, лягли в основу розроблення конструктивно-технологічної схеми багатофункціонального стимулювального доїльного апарата. У результаті аналізу виявлено загальний алгоритм роботи доїльного апарату з доїнням у відро.

Згідно з представленим алгоритмом роздоювання новотільних корів здійснюється з постійною стимуляцією молоковіддачі, або зі зниженим рівнем вакууму. Під час доїння основного стада корів спочатку після встановлення підвісної частини апарата молоко проходить через пристрій реєстрації потоку молока, водночас у разі інтенсивності виведення молока менш як 200 г/хв. забезпечується щадний режим роботи шляхом подавання низького вакууму (33...38 кПа) або перемикає на тритактний режим роботи, або здійснюється ввімкнення режиму стимуляції молоковіддачі шляхом мікромасажу сосків.

У разі збільшення інтенсивності виведення молока понад 200 г/хв. доїльний апарат переходить в основний двотактний режим доїння, що забезпечує максимальну пропускну здатність завдяки більшій величині вакууму.

У разі зниження молоковіддачі нижче 200 мл/хв., апарат переходить у початковий режим доїння до повного виведення молока.

На підставі представленого алгоритму розроблено конструктивно-технологічну схему багатофункціонального стимулювального доїльного апарату для виконання різних технологічних операцій доїння корів, яка дає змогу на початку та наприкінці доїння для збудження повноцінного рефлексу молоковіддачі здійснювати масаж вимені шляхом мікроколивання стінок дійкової гуми та одночасно адекватно фізіології тварини впливати на дійки вимені низьким вакуумом 33...38 кПа (рис. 1).



Для реалізації функції, що імітує масаж, запропоновано використання в доїльному апараті модернізованого вібропульсатора з відключуваним високочастотним блоком, який має додатковий керівний патрубок і забезпечує на початку та наприкінці доїння під час такту смоктання подачу імпульсів змінного тиску (вакуум-атмосфера) у міжстінні камери доїльних стаканів вимені. Механізм управління вимкнення (увімкнення) високочастотного блоку вібропульсатора, що забезпечує перемикання режимів роботи, встановлений у верхній частині доїльного відра.

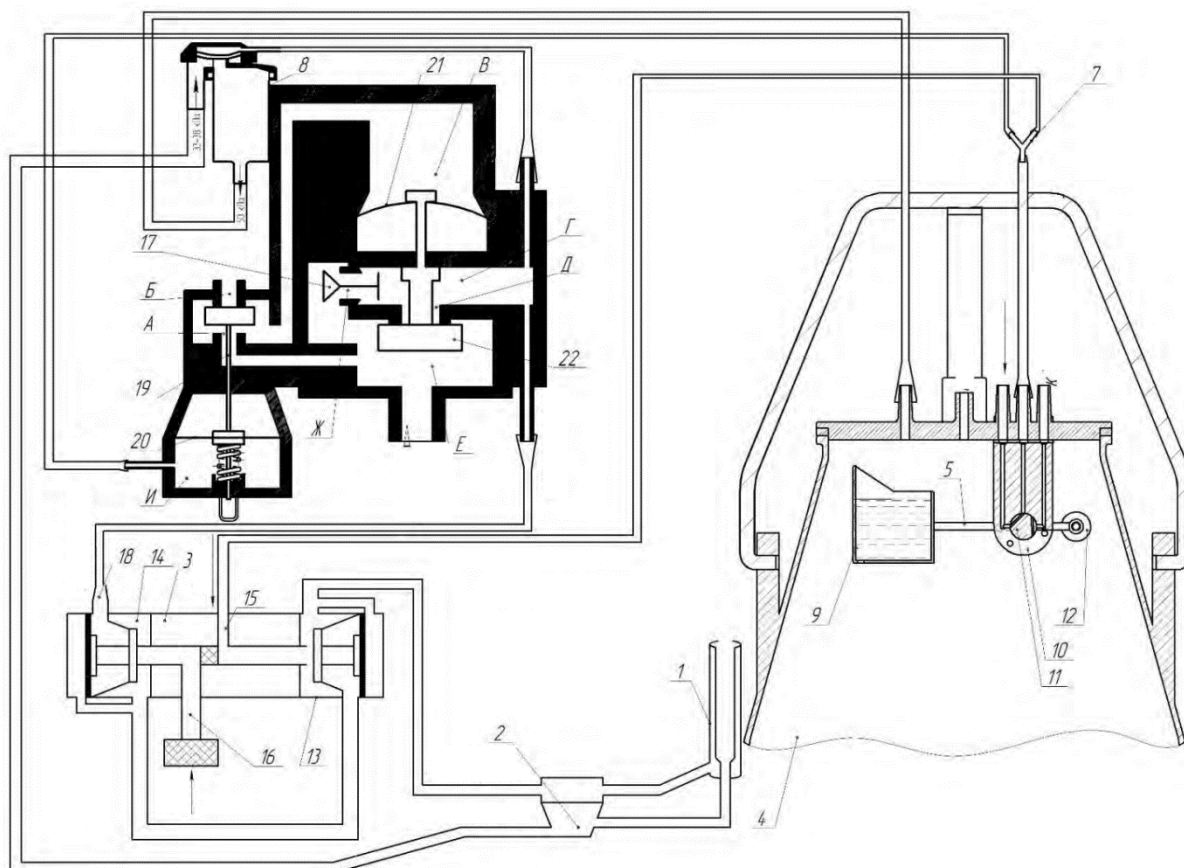


Рис. 1. Конструктивно-технологічна схема багатфункціонального доїльного апарату.

Доїльний апарат працює таким чином. На початку доїння за рахунок маси вантажного елемента 12 молоколовушка 10 займає верхнє положення. При цьому атмосферний тиск через канал розподільного вала 11, розподільник 7 поширюється в камеру I змінного тиску блока керування рівнем вакууму 6. Шляхом дроселювання отвору Ж, що з'єднує порожнини Е і Г, клапаном 17 у порожнині Г встановлюється постійний вакуум 33-38 кПа. Аналогічний рівень вакууму встановлюється в пульсаторі 3, колекторі 2 і молокозбірнику 24. Водночас атмосферний тиск через канал розподільного вала, розподільник 7 поширюється в камеру змінного тиску 15 високочастотного блока 13 пульсатора 1. Також атмосферний тиск

надходить у камеру змінного тиску 16 пульсуючого блока 14. Це забезпечить спільну послідовну роботу блока 14 і блока 13 пульсатора 3.

Отже, доїльний апарат виводитиме молоко за низького рівня вакууму 33-38 кПа з мікроколиваннями дійкових трубок, що дасть змогу адекватно впливати на молочну залозу в той час, доки молоковіддача не досягне максимального значення.

Зі зростанням інтенсивності молоковиведення молоко з доїльних стаканів 1 через колектор 2 повністю заповнює в молоколовушку 10. Вакуумметричний тиск через канал розподільного вала, розподільник 7 відповідно поширюється в камеру I змінного тиску блока керування рівнем вакууму 6. За рахунок впливу сили вакууму на мембрану 20 клапан 19, долаючи опір пружини, встановлюється у крайньому нижньому положенні та закриває отвір Б, який з'єднує атмосферний тиск з внутрішніми порожнинами блока керування режимом вакууму 6. При цьому вакуумметричний тиск у порожнині Г вирівнюється з тиском у порожнині Е та набуває значення 50 кПа. Такий самий рівень вакууму встановлюється через великий патрубок 18 блока 14 у пульсаторі 3, молокозбірнику 24 і колекторі 2. Водночас вакуумметричний тиск через канал розподільного вала, розподільник 7, поширюється в камеру змінного тиску блока 13 пульсатора 3. Блок 13 призупинить свою роботу, що дасть змогу доїльному апарату працювати у звичайному двотактному режимі доїння за вакууму 50 кПа з максимальною пропускною здатністю.

Наприкінці доїння в міру зниження інтенсивності молоковиведення за рахунок маси вантажного елемента 12 молоколовлювач 10 займає верхнє положення, що дасть змогу виводити молоко за низького рівня вакууму 33-38 кПа з мікроколиваннями дійкових трубок, запобігаючи наповненню доїльних стаканів завдяки напівстислому стану дійкових трубок, а також призведе до більш повного видоювання завдяки підтриманню рефлексу молоковіддачі.

Крім того, конструкція багатофункціонального стимулювального доїльного апарату дає змогу реалізовувати й інші режими роботи під час фіксації молоколовлювача у верхньому та нижньому положенні, забезпечуючи низьковакуумний ощадний режим доїння з одночасним стимулювальним ефектом і звичайний двотактний режим.

УДК 631.1 (355.211)

## **ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙНОЇ СХЕМИ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЗНЕШКОДЖЕННЯ ВИБУХОВИХ ПРЕДМЕТІВ НА ПАСОВИЩАХ**

*Хмельовський В. С.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Одним з основних питань Національного масштабу є заходи протимінної діяльності, зокрема, розмінування сільськогосподарських земель для виробництва продукції рослинництва та тваринництва. Передусім, обстеження та розмінування здійснюватимуть в регіонах, де проблема забруднення територій є найбільш актуальною, а очищення полів – найбільш економічно обґрунтованим.

Обстеженню, та в разі необхідності, розмінуванню підлягає понад 470,9 тис гектарів земель. Питаннями такого масштабу займаються Міністерства оборони та Міністерство економіки. В програмі цих міністерств передбачено гуманітарне розмінування, і в першу чергу зусилля будуть спрямовані на малозабруднені землі з багаторічними насадженнями, чи заплановані під посів овочевих та баштанних культур.

План передбачає три категорії щільності забруднення, що впливає на час, необхідний для обстеження та очищення територій:

- низька – території де не велися бойові дії, але існує ймовірність виявлення вибухонебезпечних предметів;
- середня – деокуповані території, які потрапляли в зону постійних обстрілів, здійснювали свою діяльність військові формування і на яких є висока ймовірність виявлення ВВП;
- висока – території поблизу лінії бойового зіткнення, стосовно яких є інформація, щодо встановлених мінних полів та застосування засобів дистанційного мінування.

За рік війни від мінно-вибухових пристроїв в Україні загинуло 185 цивільних людей і кілька сотень отримали поранення. Україна зараз є однією з найбільш замінованих країн світу, і ця проблема – на десятиліття. Щоб зробити землю непридатною для вирощування сільськогосподарських культур, вистачає кількох днів обстрілів, а щоб прибрати з неї вибухонебезпечні предмети, потрібні місяці роботи саперів. Щоб продовжити збирати врожай, фермери наймають саперів на чорному ринку, що часто призводить до трагічних випадків. До мережі потрапляють фото сільськогосподарської техніки, тракторів, комбайнів, які наїхали на вибухові пристрої під час виконання передпосівних робіт та збирання врожаю.

Внаслідок бойових дій понад 5 млн га, або 50 тис км<sup>2</sup>, сільськогосподарських земель, наразі, непридатні до використання через мінування, забруднення вибухонебезпечними залишками, чи бойові дії, що тривають. Від цього страждає аграрне виробництво, як рослинництво так і тваринництво. Тварини на випасі можуть отримати травми або загинути.

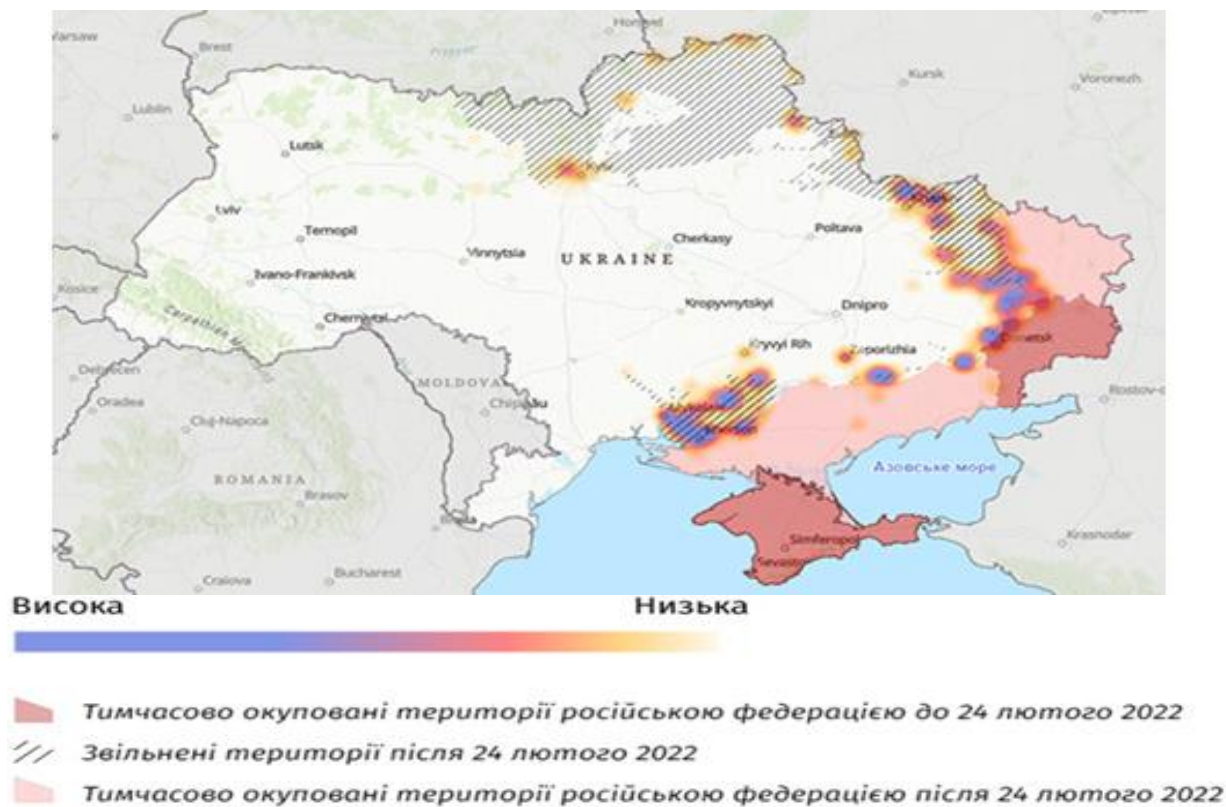


Рис. 1. Щільність інцидентів, пов'язаних із потенційним забрудненням вибухонебезпечними предметами.



Рис. 2. Наїзд на вибуховий пристрій під час виконання робіт.

В зв'язку з цим, нами розроблена конструкційно-функціональну схему мінного тралу. Така машина може знешкоджувати вибухонебезпечні

предмети, безпосередньо на полі. Робочим органом тралу є вал, до якого закріплені важелі, на кінцях останніх прикріплюються ланцюги із тягарцями.

Принцип роботи полягає в тому, що ротор обертається з певною частотою, в наслідок дії відцентрової сили ланцюги з тягарцями займають положення вздовж осі важеля та із зусиллям більше 100 Н вдаряють по поверхні ґрунту.

Використання машини запропонованої конструкції, дасть можливість знешкодувати вибухонебезпечні залишки на полях і усуне травмування людей та тварин, а також підрив техніки.

#### Список використаних джерел

1. В Україні з'явився план розмінування полів для сівби. <https://www.epravda.com.ua/news/2023/03/21/698256/>

2. Черних І. В. Вступне слово. Вибухонебезпечні загрози в умовах гібридної війни. Вибухонебезпечні предмети як елемент гібридних загроз: виклики та протидія. Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 27 квітня 2021 р.). Київ : НУОУ ім. Івана Черняхівського, 2021. 8-10 с. <https://nuou.org.ua/assets/documents/npc-vybuch-predmety-hibrydnyh-zagroz-27-04-2021.pdf>

3. Ковбаса О. Ю. Засоби розмінування Збройних Сил України. Проблеми та основні напрямки розвитку. Вибухонебезпечні предмети як елемент гібридних загроз: виклики та протидія. Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 27 квітня 2021 р.). – Київ : НУОУ ім. Івана Черняхівського, 2021. 108-112 с. <https://nuou.org.ua/assets/documents/npc-vybuch-predmety-hibrydnyh-zagroz-27-04-2021.pdf>

4. Колесник О. В. Методичні прийоми щодо набуття практичних навичок у виявленні вибухонебезпечних предметів. Вибухонебезпечні предмети як елемент гібридних загроз: виклики та протидія. Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 27 квітня 2021 р.). Київ : НУОУ ім. Івана Черняхівського, 2021. 114-117 с. <https://nuou.org.ua/assets/documents/npc-vybuch-predmety-hibrydnyh-zagroz-27-04-2021.pdf>

5. Kolos R. L., Ftemov Y. O. Організація виконання робіт з розмінування місцевості від вибухонебезпечних предметів Військово-Технічний Збірник № 17. 2017. 53-60 с. <https://doi.org/10.33577/2312-4458.17.2017.53-60>, <http://vtz.asv.gov.ua/article/view/147418>.

УДК 631.363

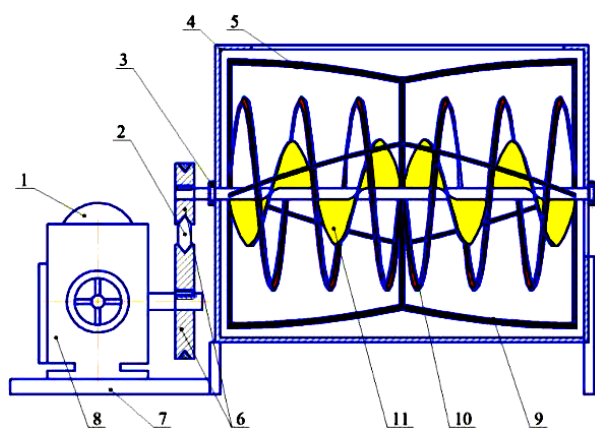
## РОЗРОБКА ЛАБОРАТОРНОЇ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗМІШУВАЧА ФЕРМЕНТОРА КОРМІВ

*Куликівський В. Л., Острогляд В. О.  
Поліський національний університет*

Для вивчення змішування сипучих і вологих компонентів кормів виготовлено діючий макет змішувача (лабораторна установка) (рис. 1). Він складається з електродвигуна 1, від якого через редуктор 8 і ремінну передачу 2 обертання передається змішувальному органу 5. Корпус 4 змішувача виконаний у вигляді циліндра і встановлений на рамі 7. Для зручності взяття проб вікно для завантаження матеріалу виконано на всю довжину корпусу 4. Змішувальний вузол складається зі скребків 9, зовнішнього 10 і внутрішнього 11 шнеків (рис. 1, б).



а



б

Рис. 1. Діючий макет змішувача: а – загальний вигляд; б – схема; 1 – електродвигун; 2 – ремінна передача; 3 – підшипник; 4 – корпус; 5 – змішувальний вузол; 7 – рама; 8 – редуктор; 9 – скребки; 10, 11 – зовнішній і внутрішній шнеки.



Частота обертання вала змінюється за допомогою перестановки шківів різних діаметрів. Вибір меж частоти обертання проводиться з умови рівності лінійної швидкості зовнішнього шнека 1,2 м/с. З урахуванням геометричних розмірів змішувача відношення діаметрів підбрані з такою умовою, щоб частота обертання вала змінювалася від 25 до 50  $\text{хв}^{-1}$  з кроком 5  $\text{хв}^{-1}$ . Для вивчення впливу конструкційних параметрів на процес змішування змішувальні вузли було виготовлено з різними кроками, кутами і висотами витків зовнішнього і внутрішнього шнеків (рис. 2).



Рис. 2. Змішувальні вузли з різними кроками зовнішнього та внутрішнього шнеків: а –  $S_2 = 80$  мм;  $S_3 = 120$  мм; б –  $S_2 = S_3 = 120$  мм.

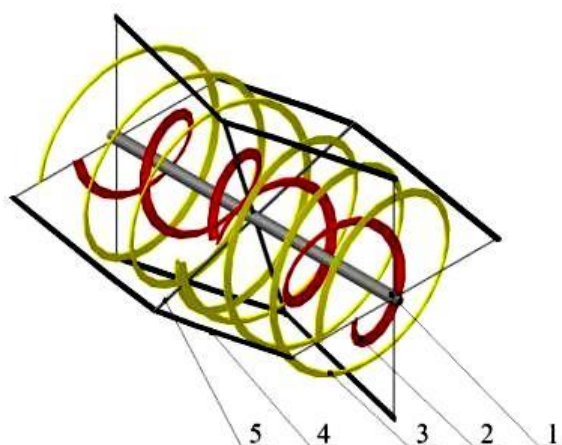


Рис. 3. Тривимірний модель змішувального вузла змішувача: 1 – вал; 2 – внутрішній стрічковий шнек; 3 – зовнішній стрічковий шнек; 4 – скребки; 5 – стрижні.

Змішувальний вузол змішувача (рис. 3) складається з вала 1, внутрішнього 2 і зовнішнього 3 стрічкових шнеків, скребоків 4, що кріпляться до вала 1 за допомогою стрижнів 5. Скребки 4 виконані у вигляді витка спіралі з кроком, що дорівнює половині довжини бункера змішувача і діаметром, що дорівнює внутрішньому діаметру бункера змішувача.

Експериментальний зразок змішувального вузла виконано таким чином, що під час його обертання скребки і внутрішній шнек здійснюють переміщення суміші від центру бункера до його бічних стінок (рис. 4), а зовнішній – від бічних стінок до центру бункера.

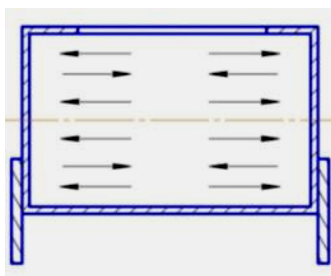


Рис. 4. Схема руху суміші в бункері.

Ґрунтуючись на теоретичних розрахунках, спочатку виготовлено змішувальний вузол із такими параметрами:

- зовнішній шнек: висота витків  $h_2 = 50$  мм, діаметр по кінцях спіралі шнека  $D_2 = 26$  мм і крок  $S_2 = 80$  мм;
- внутрішній шнек:  $h_3 = 75$  мм,  $D_3 = 150$  мм,  $S_3 = 120$  мм.

Для вивчення нагріву компонентів кормів, що ферментуються, виготовлено макет бункера, загальний вигляд і схему якого представлено на рис. 5.

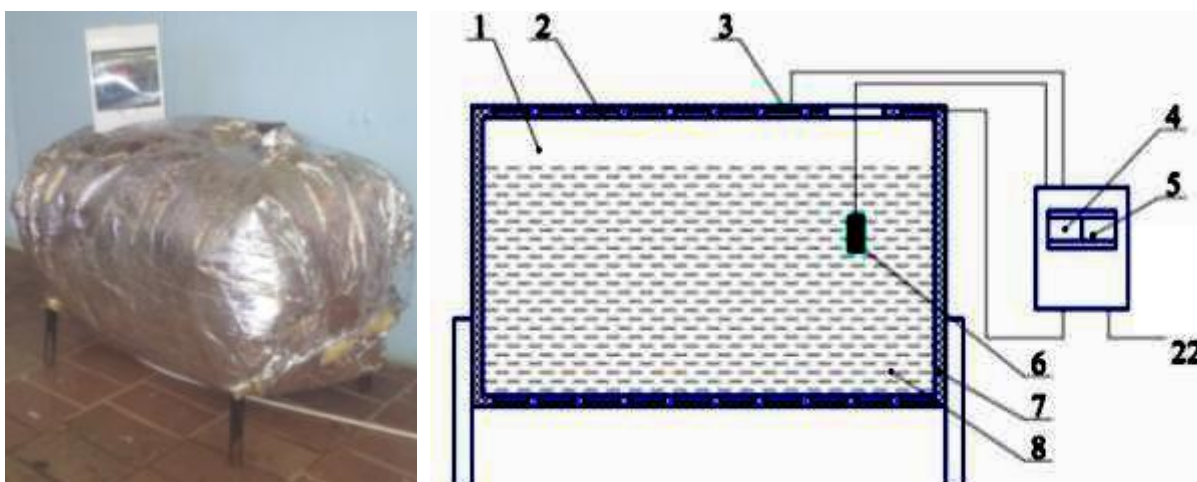


Рис. 5. Макет бункера змішувача: а – фото; б – схема.

Макет складається з ємності 1 циліндричної форми, на зовнішню поверхню якої покладено нагрівальну стрічку 2 типу ЕНГЛ-1 (180). Поверх нагрівальної стрічки нанесено шар теплоізоляції 7, що сприяє зниженню



теплових втрат у навколишнє середовище і тим самим найінтенсивнішому нагріванню поживного середовища 8, яке міститься в бункері 1. Температури нагрівальної стрічки та поживного середовища контролюють датчики 3 (TST84) і 6 (TST81) відповідно, дані яких передають терморегулятору 5 (TL-11-250). Облік споживаної електроенергії здійснюється приладом 4 (TL-11-50); 6 – датчик температури кормової суміші (TST81); 7 – шар теплоізоляції; 8 – кормова суміш.

УДК 639.3.06

## МОНТАЖ І ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМУ РОБОТИ ОСВІТЛЮВАЛЬНО-АЕРАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ В БІОФІЛЬТРИ

*Міненко С. В., Островський С. В.  
Поліський національний університет*

Для підвищення ефективності біологічного очищення, а також зниження витрат на денітрифікацію, в біофільтр було інтегровано освітлювально-аераційну установку 8 (рис. 1), під'єднану до джерела живлення 12 Вольт і двох повітряних компресорів "Barbus" потужністю 2,5 Вата та продуктивністю 3 л/хв кожний, для аерації очищувальних стічних вод і охолодження світлодіодів (рис. 2, 3).

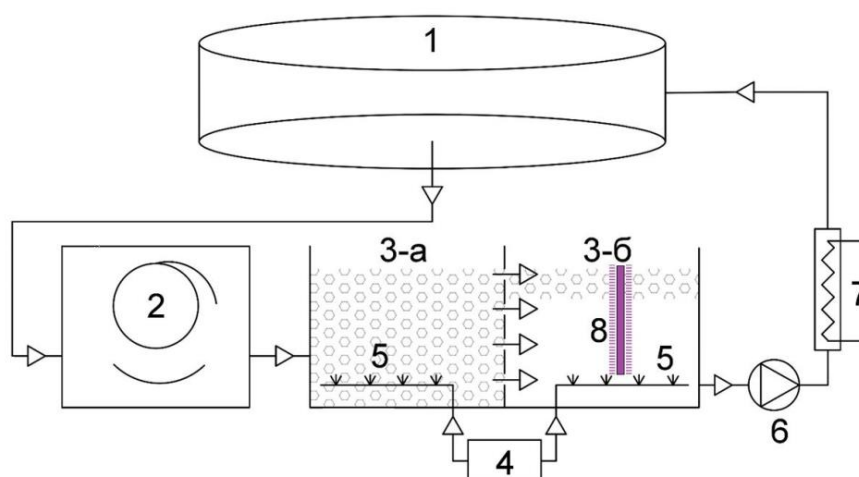


Рис. 1. Модернізована схема очищення оборотних стічних вод підприємства з розведення риби зі встановленою освітлювально-аераційною установкою.

Для аналізу ефективності роботи освітлювально-аераційної установки проведено розрахунок освітленості в біофільтрі. Оптична щільність стічних вод становила – після басейнів 0,02, а після біофільтра 0,011. Конструкція

освітлювально-аераційної установки містить 240 світлодіодних елементів із випромінюванням по 13,3 Лм/шт.



Рис. 2. Фільтр біологічного очищення вод ферми з розведення риби з носіями біомаси та встановленою аераційно-освітлювальною установкою.

За оптичною густиною стічних вод, що очищаються, визначимо коефіцієнт світлопропускання середовища.

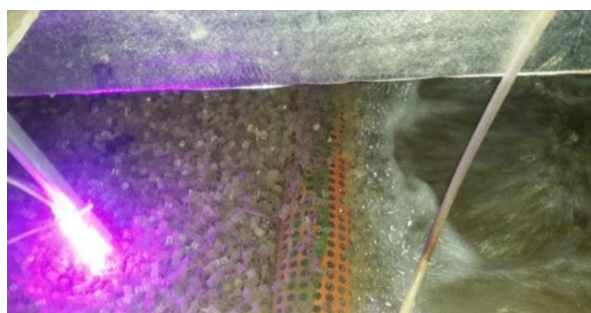


Рис. 3. Фільтр біологічного очищення рибницької ферми з ємністю зі статичним завантаженням та аераційно-освітлювальною установкою.

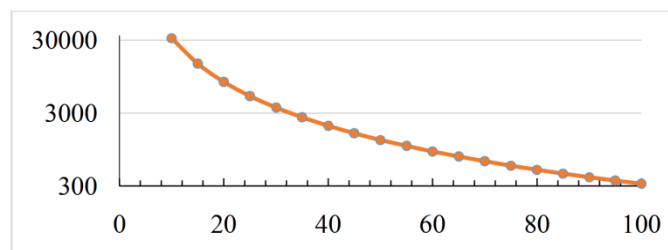


Рис. 4. Рівень освітленості біомаси біофільтра (Лк) залежно від відстані від освітлювально-аераційної установки (см).

Освітлювально-аераційна установка була встановлена в центрі ємності біологічного фільтра. Об'єм біофільтра становив при розмірах  $1 \times 1,4 \times 1,1 (a \times b \times h) = 1,55 \text{ м}^3$ . Розподіл світла освітлювально-аераційною установкою в біофільтрі продемонстровано на рис. 5. Корпус біофільтра заповнений плаваючими носіями біомаси на 55%. З цього випливає, що 45% освітлювально-аераційної установки, що знаходяться в придонній зоні, безперешкодно випромінюють світло придонному активному мулу, а також шару плаваючих носіїв біомаси. У процесі очищення, носії біомаси

перемішуються і переміщуються по біофільтру за рахунок подачі стисненого повітря на аерацію.

Таким чином, носії біомаси, що плавають у безпосередній близькості до ОАУ, є перешкодою для освітлення віддалених носіїв біомаси, а також, перемішуючись та короткочасно поглинаючи більшу дозу світла, прямують далі по біофільтру, забезпечуючи мікроорганізмам цикл культивування "день-ніч".

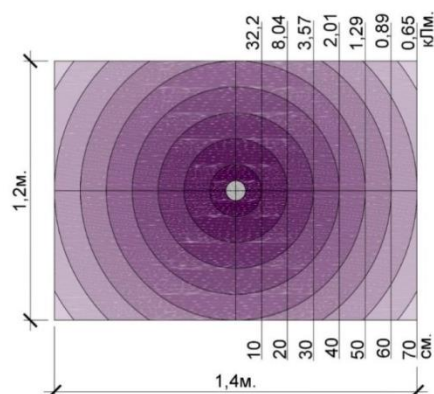


Рис. 5. Розподіл світла в біофільтрі.

Таким чином, вважаючи освітленість 0,65 кЛм мінімальною і достатньою для освітлення біомаси на відстані 70 см від освітлювально-аераційної установки (рис. 5), визначаємо, що відстань між суміжними освітлювально-аераційними установками дорівнюватиме  $(70 \times 2)$  140 см за умови розташування їх на відстані 70 см від стінок біофільтра. Дані установчі розміри освітлювально-аераційних установок рекомендуються до проектування нових і реновації наявних біофільтрів для очищення вод рибницьких ферм.

УДК 637.133

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЛАБОРАТОРНА УСТАНОВКА ПОШАРОВОГО НАМОРОЖУВАННЯ ЛЬОДУ

*Міненко С. В., Циганенко В. М.  
Поліський національний університет*

З метою забезпечення ефективного льодоутворення наше дослідження було спрямоване на розробку пристрою наморозування льоду з можливістю від'єднання льоду від поверхні випарника в період наморозування.

Для перевірки висунутих гіпотез щодо обґрунтування пошарового наморожування льоду нами розроблено та виготовлено експериментальну установку (рис. 1...4), що дає змогу проводити дослідження в широкому діапазоні факторів. Генератор крижаної води патент принципово відрізняється від тих, що серійно випускаються, відсутністю панелей і трубок випарника в ємності.

Відповідно з'являється можливість набрати більший об'єм води, спрощується процес очищення внутрішніх поверхонь ємності під час технічного обслуговування, збільшується швидкість наморожування льоду завдяки застосуванню попереминого режиму наморожування та розморожування крижаного пласта.

Лід у пластах, а не у вигляді моноліту, забезпечує більшу площу теплообміну з теплоносієм, внаслідок чого стає можливим збільшити швидкість охолодження продукту в пікові теплові навантаження.

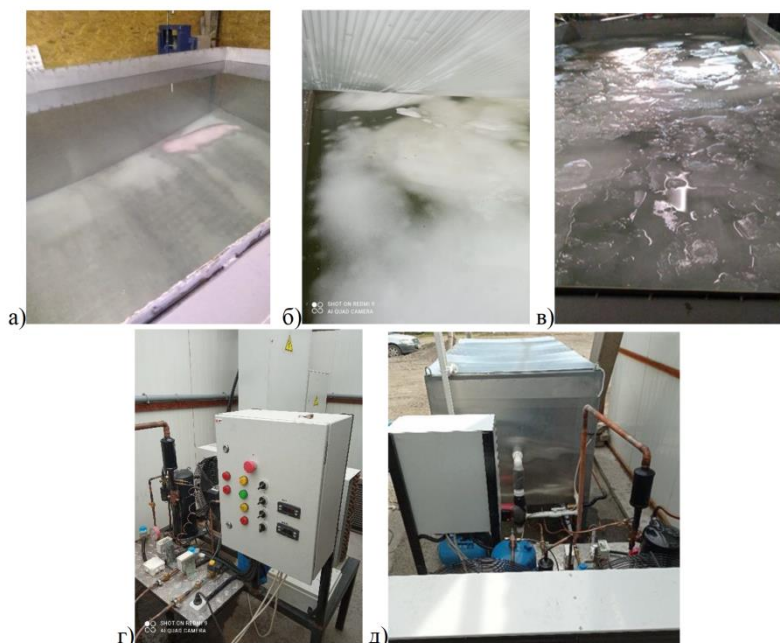


Рис. 1. Ємність генератора крижаної води патент у момент наморожування льоду: а) початок режиму наморожування, б), в) наморожені шари криги, г) компресорно-конденсаторний агрегат та автоматичний блок управління з індикацією температури крижаної води  $0,6^{\circ}\text{C}$ , д) загальний вигляд установки.

Виготовлення генератора крижаної води пошарового наморожування льоду і його випробування на кафедрі дали змогу зробити висновок про те, що завдяки ефективній роботі цього пристрою ми змогли досягти найменших витрат часу та більшої енергоефективності процесу наморожування льоду порівняно з аналогічними пристроями. Технічний результат, на досягнення якого спрямований цей генератор крижаної води, полягає в отриманні можливості прискорення процесу отримання льоду,

використовуючи поперемінний режим наморожування і від'єднання льоду від охолоджуваної поверхні, а також утворення льоду у вигляді пластин.

Поставлене завдання розв'язується тим, що в пристрої, який містить блок управління, компресорно-конденсаторний агрегат, циркуляційний насос і теплоізольовану місткість, що складається з панельних випарників, відбувається процес охолодження води до температури 4 °С, а потім відбувається наморожування льоду, яке поперемінно чергується з відтаюванням (від'єднанням) льоду від поверхні панельного випарника, використовуючи гарячий газ, який не конденсується. Ми отримуємо пластинчастий лід і забезпечуємо стабільний теплообмін між випарником і водою.

Загальний вигляд установки представлений на рис. 2. Компресорно-конденсаторний агрегат з'єднаний з випарниками через два колектори, всмоктувальний і нагнітальний, за допомогою мідних труб, що утворюють лінію нагнітання 12 і лінію всмоктування

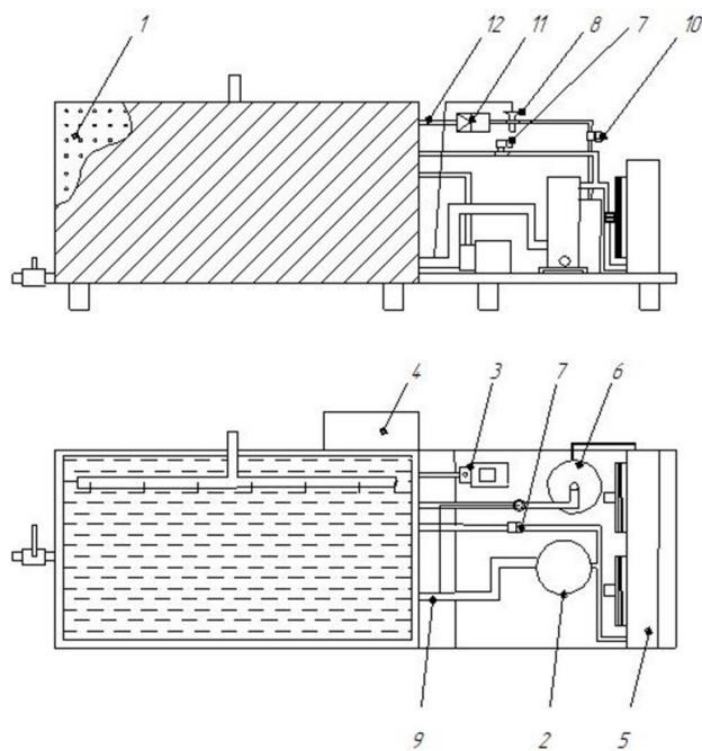


Рис. 2. Загальний вигляд установки пошарового наморожування льоду. 1 – панельний випарник (вертикальний), 2 – холодильний компресор, 3 – циркуляційний насос, 4 – блок керування, 5 – конденсатор, 6 – ресивер, 7 – соленоїдний клапан подачі гарячих парів несконденсованого холодоагенту, 8 – терморегулювальний вентиль, 9 – лінія всмоктування, 10 – соленоїдний клапан подачі сконденсованого холодоагенту, 11 – зворотний клапан, 12 – лінія нагнітання.

Пристрій дає змогу отримати суміш крижаної води і пластинчастого льоду в кубічній ємності за допомогою охолодження холодоагентом води



через панельний випарник менш енерговитратно, як порівняти з традиційним генератором крижаної води з випарником трубчастого типу.

Пристрій складається з теплоізолюваної ємності, стінки якої складаються з панельних випарників (випарників), спаяних між собою мідними трубами, зовнішньої обшивки з листового пофарбованого металу, теплоізоляції з пінополістиролу завтовшки 50 мм і кришки. Ємність встановлена на рамі зі сталевий профільної труби 40×60 рисунок 3.



Рис. 3. Ємність генератора крижаної води в зборі.

Також на рамі встановлений компресорно-конденсаторний агрегат (рис. 4), що складається зі спірального компресора 2, конденсатора 3, ресивера 5, запобіжні реле 6, які забезпечують захист від підвищеного тиску та від зниженого, щоб не допустити вакуумування. Також встановлено соленоїдні клапани 7, 8, які подають сконденсований холодоагент у випарники, соленоїдний клапан 9, що подає гарячі пари несконденсованого холодоагенту. На лінії всмоктування встановлено антикислотний фільтр, що забезпечує захист обмоток електродвигуна компресора від продуктів окислення компресорного масла. Усі вузли компресорно-конденсаторного агрегату, якими циркулює холодоагент, спаяні між собою мідними трубами із запірною арматурою (електромагнітні клапани, запірні крани Rota lock).



Рис. 4. Компресорно-конденсаторний агрегат. 1 – суцільнозварна рама, 2 – холодильний компресор спірального типу, 3 – конденсатор, 4 – блок керування, 5 – ресивер, 6 – запобіжне реле, 7,8 – соленоїдні клапани подачі сконденсованого холодоагента, 9 – соленоїдний клапан подачі гарячого газу, 10 – антикислотний фільтр, на лінії всмоктування.

На лінії нагнітання 12 встановлено терморегулювальні вентиля (ТРВ) на бічні панельні випарники і на нижній панельний випарник окремо. Також

на лінії нагнітання встановлено електромагнітні клапани 7,10. Для повноцінного перемішування води в період охолодження передбачено циркуляційний насос 3. Усі електричні вузли з'єднані електропроводами, і управління пристроєм здійснюється через електронний блок управління.

УДК 621.926.5

## **ЗАСТОСУВАННЯ ВІБРОМЛИНА ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ СУХИХ КОРМІВ**

*Солона О. В.*

*Вінницький національний аграрний університет*

Постановка проблеми. Одним із основних напрямків переробки сільськогосподарської продукції є її подрібнення. Подрібнення зернових інгредієнтів є важливою операцією у технологічному процесі виробництва мікродобавок для сухих кормів, трав'яного борошна, преміксів, комбікормів, мінеральних компонентів для корму тварин, а також для обробки залежаних мінеральних добрив.

Прогресивним типом подрібнювачів є вібраційні млини, які мають високу питому продуктивність, малі енерговитрати і широкі технологічні можливості - регульовану тонину помелу.

Сучасний стан виробництва сільського господарства вимагає розробку і впровадження інноваційного обладнання, основою якого є мегатонні системи та автоматизовані системи керування, тому наведена в статі принципова схема адаптивного вібраційного млина для подрібнення компонентів концентрованих кормів є пріоритетним напрямком створення вібраційних млинів

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При створенні адаптивного вібраційного млина безперервної дії з просторовим циркуляційним рухом завантаження вирішено декілька основних задач: було забезпечено циркуляційний рух завантаження; відокремлення і вивантаження подрібненого матеріалу з помольної камери; забезпечено постійний резонансний режим роботи даної електромеханічної системи. Здійснення безперервного технологічного процесу дає можливість реалізувати динамічність і спрямованість подрібнення матеріалу, забезпечити синхронність і пропорційність між основними і допоміжними операціями, зумовлюючи тим самим найвищі техніко-економічні параметри технологічного обладнання [1, 2]. Враховуючи факт постійної зміни маси завантаження робочого органу (помольної камери) так-як в результаті циркуляційного руху завантаження постійно відбувається відокремлення і

вивантаження подрібненого матеріалу з помольної камери виникає постійна зміна в часі власної резонансної частоти вібромлина. Тому авторами [5] запропоновано принципово новий метод керування роботою адаптивних вібраційних технологічних машин, який дозволяє оптимізувати процес настроювання на постійний резонансний режим та забезпечити оптимальні режими роботи при мінімальних затратах енергії на вібропривід. Зменшення енергозатрат при даному методі керування мехатронної зумовлене тим, що таке керування дозволяє швидше проводити корекцію нерезонансного режиму роботи, і як наслідок машина менше часу працюватиме при економічно не вигідних нерезонансних режимах.

Виклад основного матеріалу. Для стабілізації продуктивності вібромлинів було застосовано технологію розроблену авторами в роботі [4], яка дозволила при мінімальних енергозатратах на вібропривід забезпечити оптимальні технологічні параметри вібраційного поля. В результаті була розроблена структура та двоконтурний принцип керування роботою адаптивного вібромлина із просторово-циркуляційним рухом завантаження. Це забезпечило мінімальні енергозатрати на вібропривід завдяки постійному резонансному режиму роботи при наперед заданих технологічних параметрах [3, 4, 5].

При виборі параметрів адаптованого вібраційного млина, його конструктивної схеми і типу привода в центрі уваги повинні бути фактори, що визначають економічну ефективність технологічного процесу, високий коефіцієнт корисної дії, мінімальне енергоспоживання, низьку вартість і тривалий термін експлуатації.

Конструктивну схему вібраційного млина звичайно вибирають шляхом паралельного аналізу декількох варіантів, які піддають ретельній порівняльній оцінці з боку конструктивної доцільності, досконалості конструктивних схем, вартості виготовлення, енергоємності, витрат на робочу силу, надійності роботи, габаритів, металоємності, технологічності, ступеня агрегатності, зручності обслуговування, збирання-розбирання, профілактики, переналагодження і регулювання. При конструюванні вібраційного млина необхідно витримувати вимоги технологічної естетики [6].

Вихідними даними для проектування адаптивних вібраційних млинів безперервної дії служать: технологічний процес, розміри матеріалу, що подрібнюється, і його фізико-хімічні властивості, річна потреба в кінцевому продукті.

Вібраційний млин безперервної дії складається з наступних основних вузлів: станини, що служить для монтажу на ній усіх робочих вузлів вібромлина; помольної камери, у яку завантажуються тіла, що мелють, і матеріал, що подрібнюється; віброзбуджувача, призначеного для надання коливань помольній камері з завантаженням; пружних зв'язків, що служать



для об'єднання всіх рухомих частин вібротлину в єдину коливну систему; механізму відділення подрібненого матеріалу від тіл, що мелють, і вивантаження його з помольної камери; пристрою шумопоглинання (кожуха).

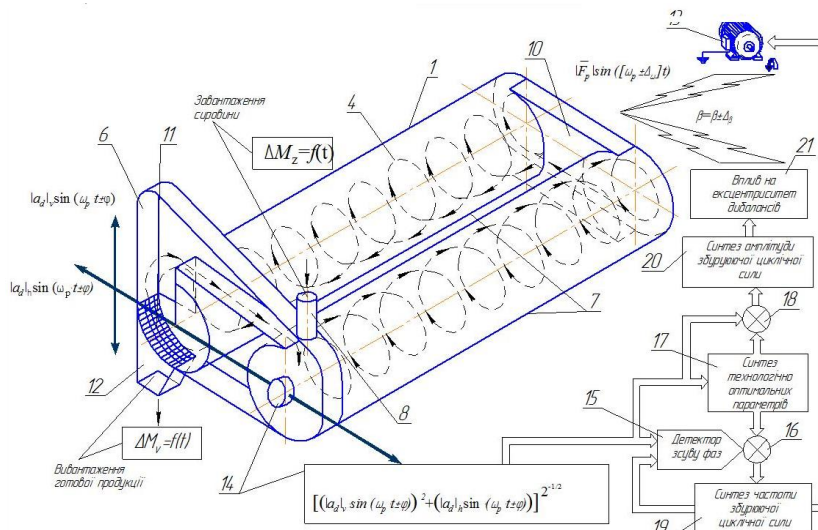


Рис. 1. Модель адаптивного вібротлину із просторово-циркуляційним рухом завантаження.

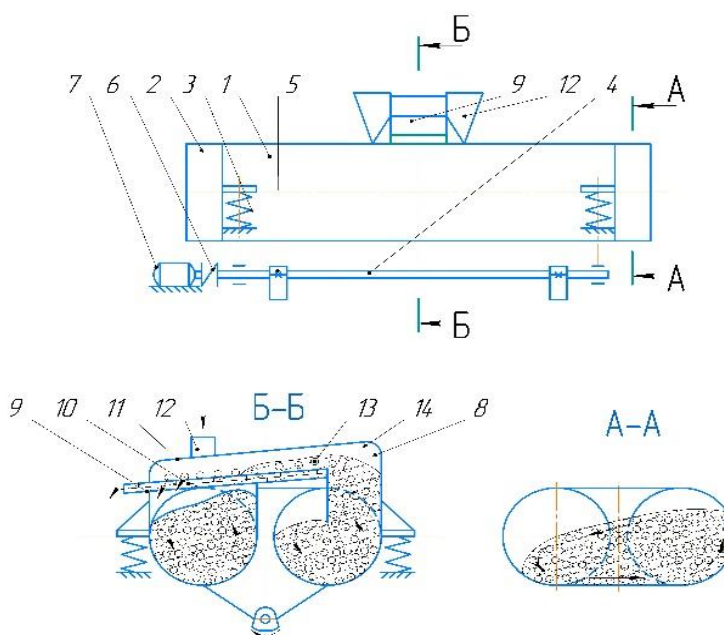


Рис. 2. Конструктивна схема вібраційного млина: 1 – камера; 2 – перехідний жолоб; 3 – пружні елементи; 4 – вал вібророзбуджувача; 5 – дебаланси; 6 – еластична муфта; 7 – двигун; 8 – вертикальний жолоб; 9 – двоярусний лоток; 10 – решітка; 11 – отвори в боковій стінці лотка; 12 – завантаження; 13 – ударні тіла; 14 – матеріал.

Продуктивність процесу адаптивного вібраційного подрібнення більшою мірою залежить від форми помольної камери, характеру її руху і

руху в ній технологічного завантаження. Помельна камера повинна бути досить жорсткою і міцною. Виготовляється вона, як правило, у вигляді товстостінної протяжної труби з фланцями на торцях.

Вібраційний млин містить у собі встановлену на нерухомій основі за допомогою пружних елементів двокамерну робочу камеру, з вібробуджувачем та вертикальним каналом з двоярусним лотком з ґратами, торці камери з'єднанні між собою перехідними лотками, утворюючи замкнуту робочу порожнину, а вертикальний канал встановлено в зоні найбільшої швидкості обертання робочого середовища в одній із камер, при цьому його порожнина при допомозі решітки двоярусного лотка з'єднана з порожниною другої камери.

На рис. 2 представлена конструктивна схема вібраційного млина, помельна камера млина складається з двох камер 1, які за допомогою перехідного жолоба 2 з'єднані між собою і за допомогою пружних елементів 3 встановлені на нерухомій основі. На валу 4 вібробуджувача закріплено дебаланси 5. Вал за допомогою еластичної муфти 6 з'єднаний з двигуном 7. В середній частині однієї з камер 1 встановлено вертикальний жолоб 8 з двоярусним лотком 9 із решіткою 10. Решітка в камері за допомогою отворів 11 в боковій стінці двоярусного лотка 9 з'єднана з порожниною другої камери. В цій же зоні розміщено пристрій завантаження 12. Порожнина робочої камери заповнена ударними тілами 13, а також матеріалом 14.

Вібраційний млин працює таким чином. Від вібробуджувача робоча камера 3 отримує коливальний рух. Під дією вібротранспортування робоче середовище (ударні тіла 13 та матеріал 14) по лотках 2 перетікає в праву камеру, внаслідок чого завантаження приймає в лівій камері положення по формі, яке зображено на рис. 2. Тобто в середній частині камери воно вище, а на краях – нижче. В правій камері середовище приймає положення яке зображено на рис. 2 д. Під дією вібротранспортування середовище в правій камері піднімається через вертикальний жолоб 8 і попадає на решітку 10 двоярусного лотка 9. У той же час матеріал безперервно подається в пристрій завантаження 12. Внаслідок цього робоче середовище переміщається уздовж камери по гвинтовій лінії, як це показано стрілками.

Висновки. Запропонований двоконтурний принцип керування віброприводом адаптивного вібромлина із просторово-циркуляційним рухом завантаження, забезпечує мінімальні енергозатрати, на помел компонентів концентрованих кормів.

#### Список використаних джерел

1. Солоня О. В., Котов Б. І., Спирін А. В., Калініченко Р. А. Стан і перспективи теплової і механічної переробки зернової сировини на корм. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2016. №3 (95). С. 139-142.
2. Солоня О. В. Застосування вібротехнологій при виробництві трав'яного борошна. Міжнар. наук.-практ. конф. "Інноваційні технології

виробництва та переробки тваринницької продукції", (25-26 жовт. 2018.). Вінниця, 2018. 9 с.

3. Солоня О. В. Керований вібраційний млин для помолу сипкого середовища. Вібрації в техніці та технологіях, №4(99) С. 11-20.

4. Solona O., Kupchuk I. Dynamic synchronization of vibration exciters of the three-mass vibration mill. Przegląd elektrotechniczny. 2020. № 3. P. 161-165.

5. Solona O., Kupchuk I. Development of a functional model of a vibrating mill adaptive control system of mode parameters. In: Modernization of research area: national prospects and European practices: scientific monograph. Riga, Latvia: «Baltija Publishing», 2022. P. 302-328.

6. Вібраційний млин : пат. на корисну модель № 61500. Солоня О. В., Любин В. С. Публікація відомостей 25.07.2011. Бюл. № 14.

УДК 636.084

## **ВИКОРИСТАННЯ ВИСОКОПОЖИВНИХ КОРМІВ У ТВАРИННИЦЬКІЙ ГАЛУЗІ**

*Полева Ю. А.*

*Вінницький національний аграрний університет*

Постановка проблеми. Традиційні види кормів (сіно, сінаж, силос тощо) не можуть забезпечити потрібного рівня перетравності, особливо для нових високо продуктивних порід тварин. Дану проблему можна вирішити шляхом доповнення до традиційного раціону нових високоенергетичних видів кормів.

Підвищення продуктивності роботи господарств у молочному та м'ясному скотарстві з року в рік залишається актуальним. Правильний та активний розвиток корів залежить від багатьох факторів. Насамперед, це – правильне годування. Саме від правильно складеного раціону тварин залежить їхня здатність набирати живу масу і виробляти молоко.

Аналіз останніх досліджень. Вже кілька років гліцерин все частіше пропонується як кормова добавка. Це пов'язано зі збільшенням виробництва біопалива, головним чином насіння ріпаку, при якому гліцерин є побічним продуктом.

Так як використання гліцерину як компонента в кормових раціонах є порівняно новою справою і на ринку кормів пропонувані партії істотно відрізняються один від одного, нижче детальніше описано кормова цінність гліцерину [1].

Мета дослідження. Обґрунтувати доцільність використання гліцерину в якості добавки у тваринницькі корми для підвищення їх енергетичних показників.

Результати досліджень. Традиційні види кормів (сіно, сінаж, силос тощо) не можуть забезпечити потрібного рівня перетравності, особливо для нових високо продуктивних порід тварин. Дану проблему можна вирішити шляхом доповнення до традиційного раціону нових високоенергетичних видів кормів.

На перетравність поживних речовин корму впливає співвідношення в раціоні між перетравним протеїном і без азотистими речовинами. Раціонального поєднання амінокислотного складу і високої енергетичної цінності можна досягти при фракційній переробці зеленої маси в результаті якої отримують дві основних компоненти: білково-вітамінна паста та жом.

Гліцерин (синонім гліцерол, хімічно 1, 2, 3-пропантріол) – триатомний спирт. Він є основним компонентом всіх жирів (тригліцериди). Частка гліцерину в жирах/оліях відповідно до виду жиру різна. У ріпаковій олії вона становить приблизно 10 відсотків.

Раніше гліцерин видобувався із омилення жирів. Сьогодні він виробляється головним чином завдяки нафтохімічній промисловості (використання в технічних цілях та у виробництві косметики) та виробництві біодизельного палива [2].

Гліцерин існує як чистий, так і сирий. У чистому гліцерині його вміст становить понад 98%, у сирому гліцерині воно набагато нижче.

Відповідно до правил використання кормових засобів, залежно від цілей використання, гліцерин застосовується як технологічна кормова добавка, так і як окремий кормовий засіб без обмеження щодо виду тварин або кількості.

Рекомендаційний список, як окремий корм вимагає для чистого гліцерину його вміст не менше 99%, для сирого гліцерину мінімум 80%. Крім того, згідно з рекомендаційним списком, гліцерин може використовуватися як кормовий засіб тільки тоді, коли він виробляється виключно з рослинних олій і жирів. Крім цього, для сирого гліцерину допустимо вміст метанолу не більше 0,2%.

Для якості, поряд із вмістом гліцерину, важливим є вміст води, сирії золи, натрію та калію. Залежно від процесу виробництва може мати місце більш високий вміст натрію або калію.

Крім того, можуть бути незначні кількості вільних жирних кислот і жирів, а також залишкового рослинного матеріалу (MONG = material organic non glycerol, приблизно < 1%) [3].

У зв'язку з різним складом гліцерину, рекомендаційний список вимагає від постачальників гліцерину як окремого корму, вказувати вміст наступних речовин: гліцерин, вода, хлорид як хлорид натрію, якщо вміст

більше > 1% або калію, як сульфат калію, якщо вміст більше > 1% у сухій речовині. Дані щодо виробництва та щодо самого продукту мають бути викладені у специфікації та надані на вимогу покупця.

Таблиця 1 – Склад сирого гліцерину

Гліцерин	Не менше 80%
Вода	Не більше 15%
Сиро зола	2-8%
Натрій	0-4%
Калій	0-4%

Чистий гліцерин безбарвний та солодкий на смак може позитивно вплинути на споживання корму. Сирий гліцерин навпаки часто коричневого кольору або інших відтінків. Солодкий смак сирого гліцерину перекривається вищим вмістом солей [4].

Висновки. Включення гліцерину до раціонів у кількості понад 10%, особливо у вигляді сирого гліцерину з більш солоним смаком, збільшує споживання води тваринами, що погіршує обмін речовин. Надалі це призводить до збільшення кількості гною.

Якщо гліцерин використовується безпосередньо на фермі, слід звернути увагу на його рівномірне перемішування (наприклад: міксером). Для цього підійдуть пристрої для дозування рідин. Якщо таких немає, то рекомендується використовувати лійку, розподіляючи його на концентрати перед їх перемішуванням.

#### Список використаних джерел

1. Берник П. С., Ярошенко Л. В., Єленіч М. П. Використання прогресивних технологій для приготування багатокомпонентних сумішей. Прогресивна техніка і технології машинобудування : матеріали міжнародної наук.-тех. конф. Донецьк, 1995. С. 18–19.

2. Полева Ю. А. Обґрунтування режимних параметрів очищення сирого гліцерину. Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні. №46. 2012. С. 67-73.

3. Карпусь М. М. Довідник поживності кормів. Київ. Урожай. 1988. 400 с.

4. Кліценко Г. Т. Практикум з годівлі сільськогосподарських тварин. Київ. Світ. 2001. 576 с.

УДК 636.4:636.083.3

## ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПНЕВМОТРАТ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ФОРМИ КАНАЛІВ ПОВІТРЯНОГО ТЕПЛООБМІННИКА ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

*Яронуд В. М.*

*Вінницький національний аграрний університет*

Постановка проблеми. Тваринницький сектор агропромислового виробництва має найбільший потенціал для підвищення ефективності використання енергії. Видно, що енергія, яка використовується для охолодження повітря, є важливою частиною загального споживання енергії, яка постійно зростає у зв'язку з підвищеними вимогами до забезпечення оптимального мікроклімату у тваринницьких приміщеннях [1].

Ефективним способом скорочення витрат енергії тваринницьких приміщень є використання теплоти вентиляційних викидів для підігріву припливного вентиляційного повітря. Складність використання теплоти повітря вентиляційних викидів полягає в тому, що викидне повітря є низькопотенційним джерелом теплової енергії [2, 3].

Аналіз останніх досліджень. За останні два десятиліття для цілей обігріву в приміщеннях АПК було впроваджено багато нових пристроїв на основі відновлюваної енергії: нові установки рекуперації теплоти, теплові насоси, сонячні системи та багато інших [4]. Однак жодних пристроїв на основі поновлюваних джерел енергії, які до цього часу не були широко застосовані в області охолодження.

Для забезпечення відведення повітря з приміщення свинарника створена автоматична вентиляційна система забору забрудненого повітря з тваринницьких приміщень [5]. В результаті аналітичних досліджень даної системи математично представлено умову її ефективної роботи [5].

До факторів, які викликають труднощі утилізації теплоти вентиляційних викидів тваринницьких приміщень відносяться [6]:

- значна запиленість повітря (до  $6 \text{ мг/м}^3$ );
- висока вологість повітря в приміщенні, яка при дотриманні нормативних параметрів повітряного середовища досягає 80 %;
- наявність в повітрі високої концентрації агресивних газів: аміаку - до  $20 \text{ мг/м}^3$ , сірководню - до  $10 \text{ мг/м}^3$ , вуглекислого газу - до 0,28 %;
- неприйнятність для більшості тваринницьких приміщень навіть часткової рециркуляції витяжного повітря;
- значна кількість технологічного обладнання, що є характерним для сучасних тваринницьких приміщень та зумовлена цим схема організації повітрообміну.

Мета досліджень. Визначення пневмовтрат повітряного теплообмінника та встановлення закономірності зміни втрат тиску і потужності, що необхідна для прокачування повітря через нього від форми його каналів.

Результати досліджень. Загальні втрати тиску через теплообмінник побічно-випарного типу дорівнюють сумі втрат тиску на всіх його ділянках. Приймаючи однакову кількість  $N_k$  і розмір (площа  $F_k$  і периметр  $P_k$ ) робочих, сухих і вологих каналів отримуємо формулу для розрахунку пневмовтрат повітряного теплообмінника побічно-випарного типу.

$$\begin{aligned} \Delta p_T &= \Delta p_{T_k} + \Delta p_k + \Delta p_{kT} + \Delta p_{T_k} + \Delta p_k + \Delta p_{k180} + \Delta p_k + \Delta p_{kT} = \\ &= \frac{\rho (w_T)^2}{2} \left[ \eta_1 \left( 1 - \frac{N_k F_k}{F_T} \right) + 0,11 N_k \frac{P_k A_T}{4 F_k} \sqrt[4]{\frac{17 \mu_a P_k}{F_k \cdot w_T \cdot \rho} + \frac{\psi_k P_k}{4 F_k}} + \eta_2 \left( 1 - \frac{N_k F_k}{F_T} \right)^2 \right] + \\ &+ \frac{\rho (w_T')^2}{2} \left[ \eta_1 \left( 1 - \frac{N_k F_k}{F_T} \right) + 0,11 N_k \frac{P_k B_T}{4 F_k} \sqrt[4]{\frac{17 \mu_a P_k}{F_k \cdot w_T' \cdot \rho} + \frac{\psi_k' P_k}{4 F_k}} + \zeta_{k80} + \right. \\ &\left. + 0,11 N_k \frac{P_k B_T}{4 F_k} \sqrt[4]{\frac{17 \mu_a P_k}{F_k \cdot w_k' \cdot \rho} + \frac{\psi_k'' P_k}{4 F_k}} + \eta_2 \left( 1 - \frac{N_k F_k}{F_T} \right)^2 \right]. \end{aligned} \quad (1)$$

де  $B_T$  - довжина сухого і вологого каналів, м<sup>2</sup>;

$\psi_k'$  - еквівалентна шорсткість стінок сухого і вологого каналів [7];

$w_T'$  - середня швидкість повітря в сухих і вологих каналах теплообмінника побічно-випарного типу, м/с.

Для дослідження процесу тепломасообміну повітряного теплообмінника із різною формою каналів проведемо чисельне моделювання в програмному пакеті Star CCM+. В якості моделей для сітки континуума були обрані такі: генератор багатограних комірок, генератор поверхневої сітки і екструдер комірок. Базовий розмір комірки складає 0,001 м, а максимальне відношення розмірів зв'язаних ребр сітки – 1,3.

За результатами моделювання отримано розподіл температурного поля в теплообміннику із різною формою каналів. Для поперечного розподілу температурного поля характерне утворення циліндричного розподілу швидкості в середині каналу незалежно від його форми. В свою чергу поздовжній розподіл температурного поля в повітряному теплообміннику показує взаємодію двох повітряних потоків, які за рахунок теплопровідності через стінки змінюють свою температуру.

Для каналів квадратної форми температура холодного потоку повітря в середньому змінюється від 0 °С до 10,3 °С, теплого повітря - від 30 °С до 17,7 °С. Коефіцієнт температурної ефективності теплообмінника із каналами квадратної форми складає  $\eta_t = 0,84$ .

Для каналів круглої форми температура холодного потоку повітря в середньому змінюється від 0 °С до 9,4 °С, теплого повітря – від 30 °С до

17,1 °С. Коефіцієнт температурної ефективності теплообмінника із каналами круглої форми складає  $\eta_t = 0,73$ .

Для каналів трикутної форми температура холодного потоку повітря в середньому змінюється від 0 °С до 11,5 °С, теплого повітря - від 30 °С до 18,2 °С. Коефіцієнт температурної ефективності теплообмінника із каналами трикутної форми складає  $\eta_t = 0,97$ .

Для візуалізації процесу переміщення повітряного потоку по каналах теплообмінника побудоване векторне поле швидкостей. Порівнюючи між собою розподіли повітряного потоку по всіх каналах в залежності від їх форми, можна зробити висновок, що для каналів трикутної форми спостерігається більш рівномірний потік повітря по всій площі поперечного перерізу. Середня швидкість при цьому дорівнює  $V = 0,042$  м/с, а коефіцієнт її варіації  $\delta_v = 0,88$ . Водночас, для каналів квадратної форми –  $V = 0,039$  м/с, а коефіцієнт варіації  $\delta_v = 0,84$ , а для каналів круглої форми –  $V = 0,046$  м/с, а коефіцієнт варіації  $\delta_v = 0,81$ . Порівнюючи розподіл вологості у каналах різної форми можна стверджувати, що зменшення абсолютної вологості потоку теплового повітря відбувається раніше у теплообміннику побічно-випарного типу із трикутними каналами.

Висновок. За результатами аналітичних досліджень пневмовтрат повітряного теплообмінника побічно-випарного типу отримані залежності втрат тиску  $\Delta p_T$  і потужності  $N_T$  від кількості каналів  $N_k$ , площі перерізу каналів  $F_k$ , середньої швидкості повітря в каналах за умови  $w_T = w_T$  і їх форми (квадрат, рівносторонній трикутник, коло). Встановлено, що найбільш ефективну форму каналів в аспекті пневмовтрат (зменшення втрат тиску на 23 %) мають канали у формі рівностороннього трикутника.

За результатами чисельного моделювання повітряного теплообмінника побічно-випарного типу в програмному пакеті Star CCM+ встановлено розподіл температурного поля, векторного поля швидкостей і абсолютної вологості повітря в каналах різної форми (квадрат, рівносторонній трикутник, коло).

#### Список використаних джерел

1. Poberezhets J., Chudak R., Kupchuk I., Yaropud V., Rutkevych V. Effect of probiotic supplement on nutrient digestibility and production traits on broiler chicken. *Agraarteadus*. 2021. Vol. 32, № 2. P. 296-302.

2. Драганов Б. Х., Долінський А. А., Міщенко А. В., Письменний Є. М. *Теплотехніка : підручник*. НКОС. 2005. 504 с.

3. Боженко М. Ф. Системи опалення, вентиляції і кондиціонування повітря будівель: навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 380 с.

4. Yaropud V. Analytical Study of the Automatic Ventilation System for the Intake of Polluted Air from the Pigsty. *Scientific horizons*. 2021. Vol. 24. No. 3. P.19-27.

5. Калетнік Г. М., Яропуд В. М. Фізико-математична модель



вентиляційної системи нагнітання чистого повітря у тваринницьких приміщеннях. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2021. № 3 (114). С. 4-15.

6. Відомчі норми технологічного проектування. Свинарські підприємства. ВНТП СГІП-46-2.95. Мінсільгосппрод України. Ноосфера, 1994. 68 с.

7. Федорець О. О., Саленко О. Ф. Гідравліка, гідро- та пневмопривод : підручник. 2-ге вид., переробл. і допов. Київ. Знання, 2009. 502 с.

УДК 631.363:636.087

## **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПАНДЕРА КОРМІВ**

*Алієв Е. Б., Лінко М. О.*

*Дніпровський державний аграрно-економічний університет*

Постановка проблеми. Сьогодні значна частина рослинної сировини, яка використовується у виробництві харчових продуктів і кормів, піддається експандуванню [1, 2]. Перевагою цієї технології є радикальна зміна структури сировини, її фізичних властивостей, поживної цінності, а також хімічного складу в процесі обробки [3]. Крім того, експандування надає можливість широко змінювати властивості готового продукту шляхом варіювання параметрами процесу.

Аналіз останніх досліджень. Під час експандованого приготування кормів важливу роль відіграють фізико-технологічні аспекти, такі як теплопередача, масообмін, передача імпульсу, тиск та тривалість дії температури [4]. Ці фактори мають значний вплив на властивості харчових продуктів і кормів і можуть суттєво впливати на якість кінцевого продукту. Тому належна регуляція і контроль цих параметрів є ключовими аспектами процесу експандованого приготування кормів.

Застосування експандерів є необхідним у виробництві кормів і харчових продуктів, оскільки ці технічні засоби дозволяють покращити якість і поживні характеристики кінцевого продукту. Завдяки їх високій продуктивності і можливості регулювання тиску, експандери забезпечують ефективну обробку матеріалів, зберігаючи при цьому їх корисні властивості.

Отже, оптимізація технологічних параметрів для формування експандатів залишається актуальною задачею в інжинірингу експандерів.

Мета досліджень – обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів малогабаритного експандера кормів експериментальним шляхом.

Результати досліджень. Розроблено та реалізовано

експериментальний зразок експандера комбікормів, який став основою дослідної установки, приведеної на рис. 1.

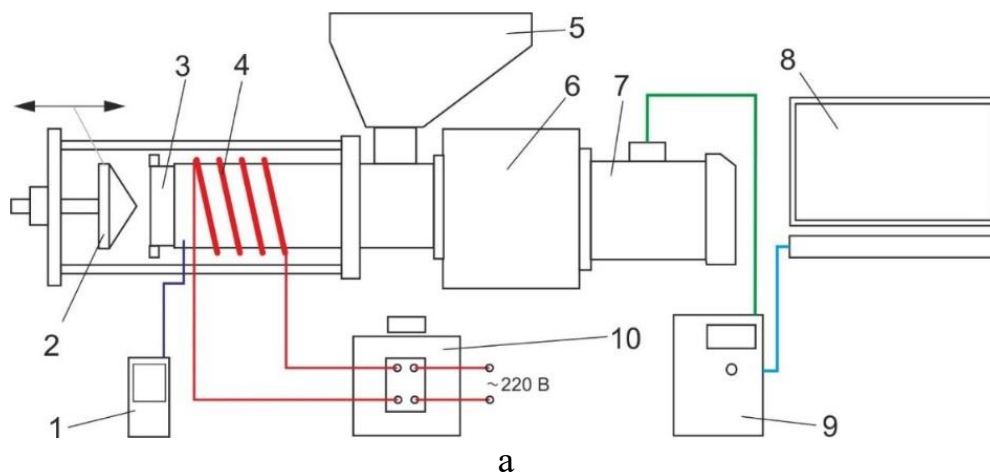


Рис. 1. Схема (а) та загальний вигляд (б) дослідної установки: 1 – цифровий термометр з термопарою FLUS ET-960; 2 – запираючий конус; 3 – гайка з роздільником потоку; 4 – повітряний ТЕН нагріву робочої камери; 5 – бункер завантаження; 6 – черв'ячний редуктор NMRV-63 (1:25); 7 – електродвигун AIP/5AI80A4; 8 – ПЕОМ; 9 – частотний перетворювач HYUNDAI N700E; 10 – лабораторний автотрансформатор ЛАТР-1М; 11 – тахометр Venetech GM8905.

Змінними факторами експериментальних досліджень були зазор між

запираючим конусом та гайкою  $\delta_c$  (1–5 мм), частота обертання гвинта  $n$  (30–60 об/хв) і вологість комбікорму  $W$  (20–30 %). Критерії оптимізації: споживана потужність  $N$ , продуктивність  $Q$  експериментального експандера і щільність отриманих експандатів  $\rho$ . Дослідження проведені за планом Бокса-Бенкіна  $BB_3$  у триразовій повторності.

Унаслідок обробки експериментальних даних отримано залежність продуктивність експандера  $Q$  від факторів досліджень:

$$Q = 1,78314 + 0,401115 n + 1,41111 \delta_c. \quad (1)$$

Отримана модель адекватна за критерієм Фішера  $F_p = 1,99 < F_{0,05}(12;30) = 2,09$ , а дисперсія однорідна за критерієм Кохрена  $G_p = 0,1082 < G_{0,05}(2;15) = 0,3346$ .

Унаслідок обробки експериментальних даних отримано залежність споживаної потужності  $N$  від факторів досліджень:

$$N = 898,22 + 12,0228 n - 15,1022 W - 186,449 \delta_c + 31,0749 \delta_c^2. \quad (2)$$

Отримана модель адекватна за критерієм Фішера  $F_p = 0,984 < F_{0,05}(11;30) = 2,13$ , а дисперсія однорідна за критерієм Кохрена  $G_p = 0,1456 < G_{0,05}(2;15) = 0,3346$ .

Унаслідок обробки експериментальних даних отримано залежність зміни питомої енергоємності процесу експандування  $q$  від факторів досліджень:

$$q = 111,597 - 0,785547 n + 0,00721513 n^2 - 2,8468 W + 0,0524621 W^2 - 11,2437 \delta_c + 1,51579 \delta_c^2. \quad (4)$$

Отримана модель адекватна за критерієм Фішера  $F_p = 0,8698 < F_{0,05}(8;30) = 2,27$ , а дисперсія однорідна за критерієм Кохрена  $G_p = 0,841 < G_{0,05}(2;15) = 0,3346$ .

Знайшовши в програмному пакеті Wolfram Cloud значення факторів досліджень при якому спостерігається мінімальне значення питомої енергоємності процесу експандування  $q = 30,7$  кВт·год/т встановлено, що  $W = 27,1$  %,  $\delta_c = 3,7$  мм,  $n = 54,4$  об/хв. При цьому продуктивність складала  $Q = 28,8$  кг/год, а споживана потужність  $N = 879$  Вт.

Унаслідок обробки експериментальних даних отримано залежність зміни щільності експандатів  $\rho$  від факторів досліджень:

$$\rho = 264,289 - 0,825 n + 12,902 W - 0,279201 W^2 - 7,25791 \delta_c^2. \quad (5)$$

Отримана модель адекватна за критерієм Фішера  $F_p = 2,1118 < F_{0,05}(10;30) = 2,16$ , а дисперсія однорідна за критерієм Кохрена  $G_p = 0,1414 < G_{0,05}(2;15) = 0,3346$ .

**Висновки.** В результаті експериментальних досліджень малогабаритного експандера кормів встановлені залежності зміни продуктивності експандера  $Q$ , його споживаної потужності  $N$ , питомої енергоємності процесу експандування  $q$  (4.20) і щільності отриманих експандатів  $\rho$  від вологості комбікорму  $W$ , зазору між конусом та гайкою  $\delta_c$ , частоти обертання гвинта  $n$ . Знайшовши в програмному пакеті Wolfram Cloud значення факторів досліджень при якому спостерігається мінімальне

значення питомої енергоємності процесу експандування  $q = 30,7$  кВт·год/т встановлено, що  $W = 27,1$  %,  $\delta_c = 3,7$  мм,  $n = 54,4$  об/хв. При цьому продуктивність складала  $Q = 28,8$  кг/год, споживана потужність  $N = 879$  Вт, а щільність експандатів  $\rho = 336$  кг/м<sup>3</sup>.

Список використаних джерел

1. Алієв Е. Б., Миколенко С. Ю., Сова Н. А. (2022). Техніко-технологічне забезпечення безвідходної переробки зернової сировини у харчові продукти і корми: колективна монографія. за заг. ред. Е. Б. Алієва. Дніпро: ЛПА. 192 с. ISBN 978-966-981-687-0. [http://aliev.in.ua/doc/knigi/kniga\\_6.pdf](http://aliev.in.ua/doc/knigi/kniga_6.pdf).

2. Offiah V., Kontogiorgos V., Falade K. O. (2019). Extrusion processing of raw food materials and by-products: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 59 (18). 2979–2998. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1480007>.

3. Leonard W., Zhang P., Ying D., Fang Z. (2020). Application of extrusion technology in plant food processing byproducts: An overview. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 19 (1): 218–246. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12514>.

4. Fancher B. I., Rollins D., Trimbee B. (1996). Feed Processing Using the Annular Gap Expander and Its Impact on Poultry Performance<sup>1</sup>. *Journal of Applied Poultry Research*, 5 (4): 386–394. doi: 10.1093/japr/5.4.386

УДК 631.3:631.353

## **ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ ВІЗКІВ-ПІДБИРАЧІВ ПРИ ЗАГОТІВЛІ СТЕБЛОВИХ КОРМІВ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ВИСОКОПОЖИВНОЇ БІЛКОВО-ВІТАМІННОЇ ПАСТИ ТА ЖОМУ**

*Холодюк О. В.*

*Вінницький національний аграрний університет*

Постановка проблеми. Розвиток галузі тваринництва в Україні не можливий без створення міцної кормової бази. Традиційні види кормів (сіно, сінаж, силос тощо) не можуть забезпечити потрібного рівня перетравності, особливо для нових високо продуктивних порід тварин. Дану проблему можна вирішити шляхом доповнення до традиційного раціону нових високоенергетичних видів кормів.

На перетравність поживних речовин корму впливає співвідношення в раціоні між перетравним протеїном і без азотистими речовинами. Раціонального поєднання амінокислотного складу і високої енергетичної

цінності можна досягти при фракційній переробці зеленої маси люцерни в результаті якої отримують два основних компоненти: білково-вітамінна паста та жом.

Застосування та впровадження нових енергозберігаючих засобів в умовах гострої енергетичної кризи, що зараз спостерігається майже в усіх галузях народного господарства, зокрема, у технологіях заготівлі стеблових кормів набуває особливо актуального значення.

Одним із напрямків розв'язання згаданих проблем є використання у технологічному процесі заготівлі сіна, сінажу, зеленої маси візків-підбирачів-транспортувальників (ВПТ).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В достатній кількості наукових робіт висвітлюються різні аспекти технологій та способів використання технічних засобів заготівлі листостеблових кормів. Більшість публікацій присвячена аналізу існуючих технологій [1, 2, 3, 4], їх моделюванню, втраті поживних речовин [5, 6], а також розробці та впровадженню нових технічних засобів аналізу способів використання технічних засобів [7].

Мета досліджень. Метою роботи є дослідження ефективності роботи візків-підбирачів при заготівлі стеблових кормів для виробництва високопоживної білково-вітамінної пасти та жому.

Результати досліджень. Розроблено технологічну блок-схему виробництва високопоживної білково-вітамінної пасти та жому. Проектна потужність цеху становить 8-10 т/год по зеленій масі. Основні структурні елементи запропонованої технологічної блок-схеми енергоефективного та ресурсощадного процесу виробництва високопоживної білково-вітамінної пасти та жому відображені на рисунку 1.

Виробництво високопоживної білково-вітамінної пасти та жому включає в себе такі операції, як: дозування, дезінтеграції (подрібнення) і вологого фракціонування зелених рослин; коагуляції зеленого соку; розділення суспензії, що отримана в результаті коагуляції; сушіння рослинного білково-вітамінного концентрату та приготування з нього пелет (гранул). Нині у багатьох господарствах України, що займаються молочним скотарством, можна побачити у роботі візки-підбирачі-подрібнювачі. Це універсальні машини, які підбирають з валків прив'ялену чи без неї листостеблову масу, подрібнюють (за потреби), нагромаджують її у кузові машини та транспортують до місць складування або згодовування. Через те, що листостеблова маса до кузова подається знизу і з меншою швидкістю у порівнянні із силосозбиральним комбайном, втрати легких фракцій врожаю (листочків і суцвіть) є мінімальними. Такі агрегати можуть застосовувати для підбирання валків сіна, пров'яленої трави, соломи, а також для транспортування силосу.

Основні їх переваги – можливість реалізації без перевалочних технологій, менші втрати кормової маси, зменшення витрати палива,

отримання технологічного матеріалу для подальших операцій транспортування, змішування, роздачі і т.д. В Україні візки-підбирачі не виробляють.

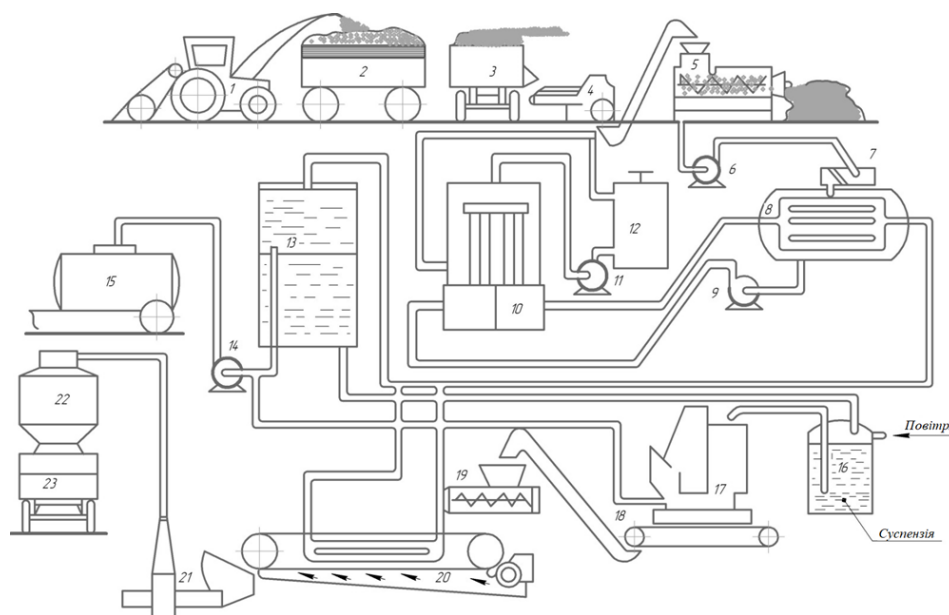


Рис. 1. Технологічна блок-схема енергоефективного та ресурсоощадного процесу виробництва високопоживної білково-вітамінної пасти та жому: 1 – косарка з подрібнювачем; 2, 15, 23 – транспортні засоби; 3 – дозатор; 4 – подрібнювач; 5 – прес для віджиму соку; 6, 9, 11, 14 – насос; 7 – пристрій для очищення соку від домішок; 8, 13, 16 – ємність; 10 – теплообмінник; 12 – котел електричний; 17 – фільтр-прес; 18 – транспортер; 19 – прес-гранулятор; 20 – сушка для концентрату; 21, 22 – пневмотранспортер.

Ефективність роботи візків-підбирачів при заготівлі листостеблових матеріалів можна оцінити показником експлуатаційної продуктивності (т/год чи га/год). Сучасні моделі таких машин у разі відстані перевезення корму до 3 км за збиральною продуктивністю не поступаються середнім кормозбиральним комбайнам, а інколи навіть переважають їх. У таких умовах, за даними практичних тестувань, можливо досягти значного скорочення витрат порівняно з використанням кормозбирального комбайна [8]. Оскільки ВПТ – машини двофункціонального призначення, які виконують технологічну операцію підбирання з одночасним подрібненням (при потребі) трав'яної маси, та транспортування маси до місць зберігання, потрібно розглянути більш детально реальну величину експлуатаційних затрат часу і інших складових.

Після незначних перетворень продуктивність візків-підбирачів за експлуатаційний час можна визначити за наступною формулою:

$$W_e = \left( \frac{V_{\text{ВП}} \cdot \gamma_M \cdot \varphi}{U_M} + 0,1 \cdot V_p \cdot L \right) \cdot n_{\text{ц}} \quad (1)$$

Рівняння (1) дозволяє визначити продуктивність ВПТ і показує взаємозв'язок їх параметрів (місткості кузова, швидкості руху, допустимої ширини захвату) і природно-виробничих умов (врожайності, відстані транспортування маси та ін).

**Висновок.** Досліджено ефективність роботи візків-підбирачів при заготівлі стеблових кормів для виробництва високопоживної білково-вітамінної пасти та жому. Встановлено залежність зміни експлуатаційної продуктивності візків-підбирачів, яка враховує затрату часу на усунення технологічних порушень робочого процесу, виконання операцій періодичного технічного обслуговування, переобладнання або комплектування агрегату та усунення технічних несправностей.

Список використаних джерел

1. Петриченко В. Ф., Корнійчук О. В. Стратегії інноваційного розвитку кормовиробництва України в умовах сучасних викликів. Вісник аграрної науки. 2018. № 96 (1). С. 11-17.

2. Кушнір В. П., Руткевич В. С. Прогресивні технології заготівлі стеблових культур. International scientific journal «Grail of Science». 2022. № 18-19. С. 140-142.

3. Подлесний М., Гайденко О. Заготівля, зберігання та використання кормів. Агробізнес сьогодні. 2021. № 2. С. 72-78.

4. Кузьменко В. Ф., Холодюк О. В. Продуктивні технології заготівлі сіна Всеукраїнський аграрний журнал. АгроЕліта. 2017. № 5(52). С. 71-73.

5. Сінаж з люцерни: дешево та якісно. Agroexpert. 2011. № 1(30). С. 60.

6. Прес-підбирач: руйнування стереотипів досвідом. Пропозиція. 2012. № 4(202). С. 136-137.

7. Кузьменко В. Ф., Максименко В. В., Холодюк О. В. Розвиток засобів механізації кормовиробництва. Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний зб. 2020. № 12(111). С. 91-101.

8. Мохначов В. Боротьба систем: причіп-підбирач чи сучасний силосний комбайн? Пропозиція. 2013. № 4(14). С. 156-157.

УДК 637.115.03

## **ОЦІНКА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДІЙКОВОЇ ГУМИ ЗА ПРОДУКУВАННЯ МОЛОКА**

*Заболотько О. О., Гаврилко А. В.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

**Постановка проблеми.** Доїльний апарат це основний виконавчий агрегат доїльної установки, призначений для виведення молока з вимені

тварини, збору та перекачування в ємність для зберігання. Одним з основних вузлів, що безпосередньо контактують з дійкою вимені тварини є підвісна частина доїльного апарата, доїльний стакан та його основна елемент це дійкова гума. Експлуатаційних властивостей якої залежать такі ефективності продукування молока твариною як: повнота виведення молока з вимені, функціональна особливість рефлекторної системи вимені, початок та закінчення процесу доїння, вплив на дійку вакууму, здоров'я тварини та комфорт тварини.

При машинному доїнні тварин існує значний потенціал збільшення швидкості виведення молока з вимені тварин, якщо контролюється експлуатаційний час напрацювання дійкової гуми, який повинен враховувати рекомендації заводу виробника.

Аналіз останніх досліджень та публікацій: Особливості конструкції дійкової гуми такі, коли форма та розміри панчохової частини (центральна частина), головки та отвори присоска (верхня частина) сильно впливають на процес доїння. Дійкова панчоха повинна добре утримувати стакани на дійках вимені і одночасно щільно облягати дійки вище зони сфінктера по всій площі контакту при такті стиску (масажу) для відновлення у них нормального кровообігу [1-3].

Пружні властивості гуми впливають на тривалість такту ссання [1, с.21]. Жорсткість гуми постійно змінюється у процесі експлуатації [2, с.16].

При доїнні за попередній натяг дійкової гуми під дією періодичного вакууму, що виникає в доїльній склянці, розтягується і стискається 50...70 разів на хвилину, протягом 5...6 годин на день [2, с.15]. Дослідження динаміки зміни пружних властивостей і конструктивних параметрів дійкової гуми, вже після 10 днів роботи вона подовжується на 2...3 мм [9, с.88]. Це впливає на швидкість і тривалість доїння [10, с.144]. Неоднаковий натяг дійкової гуми в одному доїльному апараті призводить до різних швидкостей виведення молока з дійок, і їх різниця досягає 10...18% [9, с.87].

Мета дослідження: провести аналіз технічного обслуговування дійкової гуми для доїння тварин за час продукування молока та визначити термін напрацювання в умовах господарства.

Виклад основного матеріалу. Для доїння використовують сучасні доїльні машини. Основна частина кожного доїльного апарату є його підвісна частина (див. рисунок 1).

Дійкова гума для доїння тварин (виробники: DaMilk, Kurtsan, Melasty ДУКС 2 - PS) буває у двох видах: силіконова (марка СТ-07) та гумова (матеріал - каучук). Гумова дешевша в 4 рази, термін використання біля 6 місяців, силіконова має більш комфортний вплив на дійку (на дотик), термін напрацювань від 1 року до 2-х, зберігання до 30 років, напрацювання 1000 доїнь [7]. Гумова вважається грубішим матеріалом, може пошкодити м'які тканини тварини. Для тварин він може створювати некомфортні умови.



Сучасна дійкова гума, це силіконова дійкова гума, яка молоку не залишає жодного присмаку та запаху [2-5].

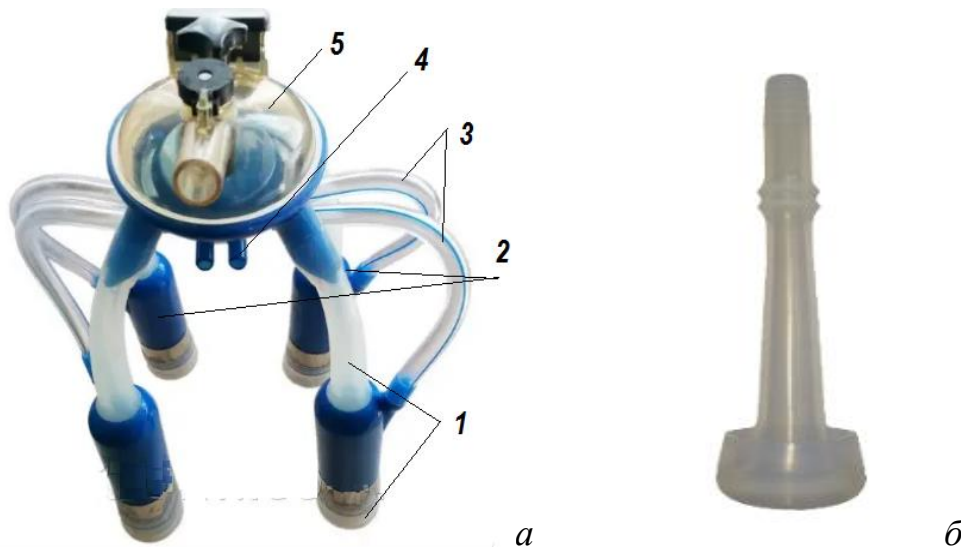


Рис. 1. Загальний вид підвісної частини доїльного апарату (а) та дійкова гума (б): 1 – дійкова гума; 2 – доїльний стакан; 3 – вакуумні трубки; 4 – розподільник; 5 – колектор.

Для зниження цих негативних явищ, збільшення терміну служби за технічного обслуговування в процесі експлуатації, передбачає, якісне промивання дійкової гуми, підбір гуми по жорсткості до підвісної частини доїльного апарату, забезпечення однакового її натягу в доїльних стаканів і своєчасне зняття з експлуатації [8]. Процес перевірки дійкової гуми передбачений регламентом технічного обслуговування доїльних апаратів і конструкцією дійкової гуми, але ця операція проводиться стрибкоподібно (рис. 2, крива 1), різко змінюючи натяг і пружні властивості дійкової гуми, що створює стресові ситуації для тварин і призводить до порушення стереотипу доїння та зниження молоковіддачі тварини.

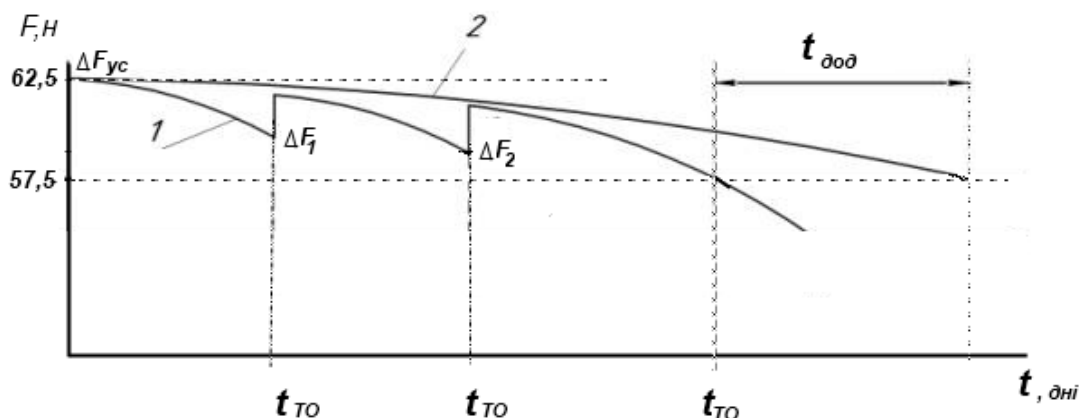


Рис. 2. Графік зміни жорсткості дійкової гуми під час режиму робота - «відпочинок гуми»: 1 існуюча; 2 пропонується.

Під час виробничої перевірки експлуатаційних властивостей дійкової гуми в умовах тваринницької ферми ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» встановлено позитивний вплив на експлуатаційні властивості гуми – періодичне розвантажування дійкової гуми. Під час проміжків між доїннями (один раз на декаду протягом 72-х годин), натяг дійкової гуми послаблюється, таким чином настає період для дійкової гуми «відпочинок».

Висновки: для використання дійкової силіконової гуми треба адаптований режим експлуатації, який передбачає провітрювання (висушування повітрям) гуми між доїннями, частіше надавати режим «відпочинок гуми» через десять діб на протязі не менше 72 години. Останнє сприяє комфорту тварини та ефективне продукування молока.

#### Список використаних джерел

1. Бабкін В. П., Савран В. П., Круговий В. Я., Вербицький Н. А. Дослідження фізико-механічних властивостей соскової гуми доїльних апаратів та шляхи підвищення її якості. Механізація та електрифікація сільського господарства: республ. міжвід. тематики. наук.-техн. зб.. Київ. Урожай, 1982. Вип. 55. С. 17-22.
2. Voroznin V. A., Voroznin A. V. Determination of the operational resource of teat rubber. Mechanization and electrification. No. 4, 2007. pp. 15...16.
3. Фененко А. І. Механізація доїння корів. Теорія і практика. Київ. 2008. С. 200.
4. Соскова гума для тварин. [Електрон. ресурс]. Режим доступу: <https://impuls-agro.com/product/soskovaya-rezina-st-07/>.
5. Соскова гума для кіз і овець фірми DaMilk. [Електрон. ресурс]. Режим доступу: <https://damilk.ua/silikonovaya-soskovaya-rezina-dlya-koz-ovес>.
6. Силіконова соскова гума для кіз/овець. [Електрон. ресурс]. Режим доступу: <https://mikronagro.com.ua/product/podvesnaya-chast-doilnogo-apparata-dlya-koz-i-ovес>.
7. Підвісна частина доїльного апарату для кіз та овець. [Електрон. ресурс]. Режим доступу: <https://publish.com.ua/svit-tvaryn/doilnyj-apparat-dlya-koz-sekretu-vybora-modeli>.
8. Палій А. П. Дослідження фізико-механічних властивостей дійкової гуми доїльних стаканів. Науково-технічний бюлетень. Харків, 2013 № 109. Частина 2. С. 86-90.
9. Ткач В. В. До питання взаємодії дійкової гуми та дійки у процесі машинного доїння корів. Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний збірник. Глеваха, 2011. Вип. №5. С.143-148.

## Секція

# Смарт-технології машиновикористання, інженерний менеджмент, технічний сервіс

УДК 631.004.02

### ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ВИПРОБУВАННЯ ЖНИВАРКИ КОРМОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА

Гненюк М. В.

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Самохідний кормозбиральний комбайн складається шасі, кабіни, жниварки, метального пристрою, рубального пристрою та інших частин. Він підходить для збирання врожаю у районах з високою вологістю [1], м'яким ґрунтом [2], різноманітною топографією [3] та геоморфологією [4], а також складними робочими умовами та може ефективно вирішувати проблеми високого ущільнення ґрунту [5], нездатності працювати на вологих полях та переривчастої роботи на складних ділянках [6]. Жниварки, ключова частина комбайна для збирання зеленої фуражної кукурудзи, є першим контактом із культурою, що пов'язано зі структурою та конфігурацією параметрів і робочими характеристиками всієї машини, тому це безпосередньо впливає на адаптацію комбайна до рельєфу, геоморфології та агрономії посадок. Жниварки в основному складається з дільника, штовхача, конвеєрного барабана, конвеєрних зубів і фрези, як показано на рис. 1.

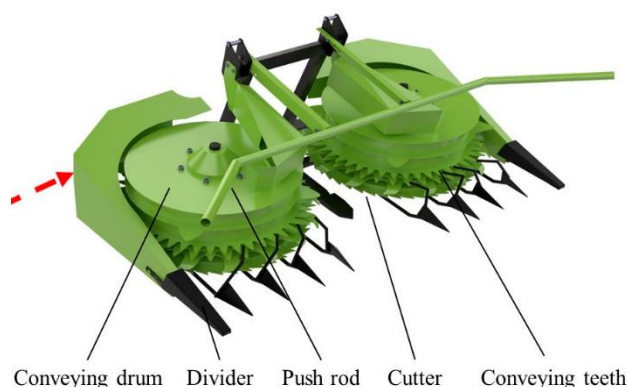


Рис. 1. Структура жниварки кукурудзи на зелений корм.

Під час збирання врожаю оператор контролює рух комбайна вперед, щоб стебла плавно досягали жниварки через дільник для завершення

операції зрізання. Проте оператор зазвичай покладається на досвід, щоб оцінити швидкість руху комбайна та висоту зрізання жниварки, яка може легко зламати стебло та спричинити втрату врожаю. Незрізане стебло може обмотатися навколо жниварки, що призведе до блокування та збільшення споживання енергії. Кількість рядів стебла безпосередньо визначає густоту посадки, що впливає на якість врожаю та ефект від Жниварки. Чим більше рядків, тим більше стебел зрізає і живить Жниварки, а питома енергоємність Жниварки зростає. Крім того, збільшення взаємодії стебла може вплинути на плавну подачу стебел, збільшуючи ризик блокування Жниварки та швидкість втрат Жниварки.

Система керування тестуванням в основному складається з людино-машинного інтерфейсу (HMI) (MCGS, модель: TCP1062K), програмованого логічного контролера (PLC) (DELTA, модель: DVP12SA211T), датчика крутного моменту та швидкості (HaiboHua, модель: HCNJ. -101), бездротовий прозорий модуль передачі (EBYTE, модель: E90-DTU), перетворювач частоти (INVT, GD200A-022G/03P-4) і двигун, як показано на рис. 2.

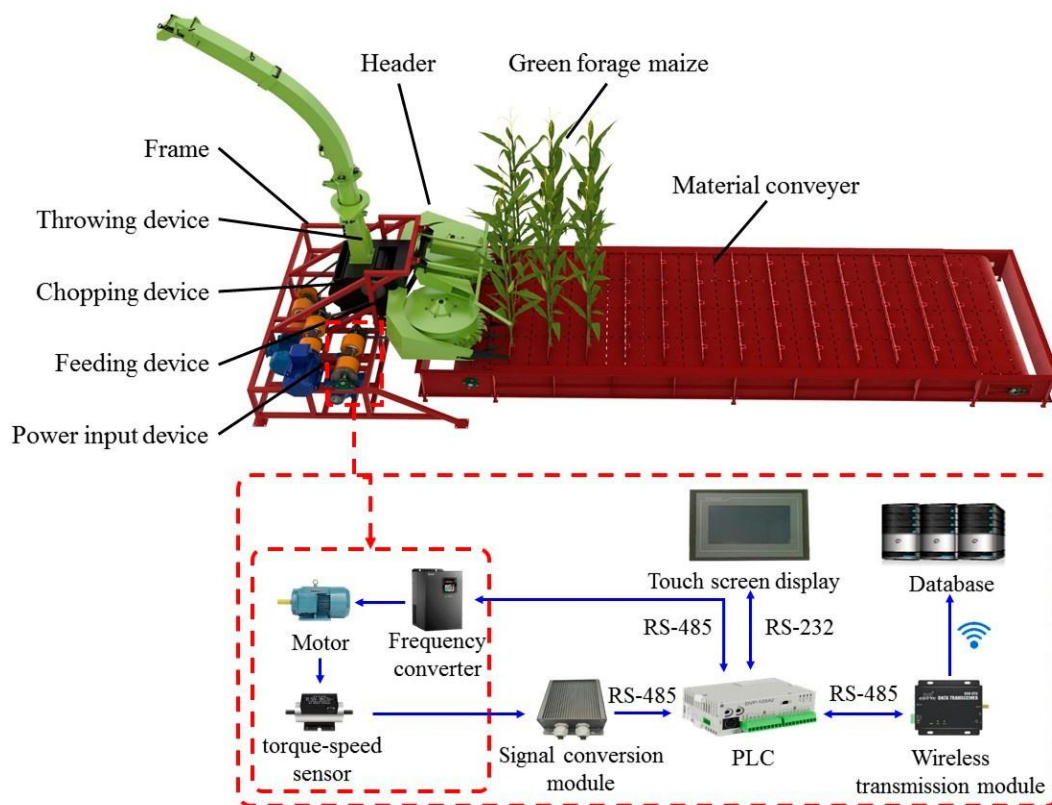


Рис. 2. Структура випробувального стенду та системи контролю випробувань.

Датчик знаходиться між двигуном і жниваркою і має діапазон вимірювання від 0 до 2000 Нм з точністю 0,5%. Модуль перетворення

сигналу перетворює сигнал частоти крутного моменту та сигнал імпульсу швидкості датчика в цифровий сигнал і передає сигнал. Крім того, може керувати перетворювачем частоти для зміни швидкості двигуна, відображення робочого стану та моніторингу параметрів обладнання в режимі реального часу. Потім програмне забезпечення зчитує дані, оброблені, і виконує візуальну обробку, а модуль бездротового зв'язку передає відповідні дані в базу даних.

Принцип роботи. Конвеєр транспортує матеріали до жнивarki та завершує операцію збирання врожаю, щоб імітувати фактичний процес збирання врожаю комбайном у полі в горбистій і гірській місцевості. Перед початком випробування фіксують на конвеєрі затискним механізмом. У той же час ми можемо змінювати міжряддя, відстань між рослинами та висоту скошування, регулюючи затискний механізм. Через високу вологість поля під час збирання врожаю, особливо в горбистій і гірській місцевості, рівень землі нерівний, що призводить до низької робочої швидкості комбайна. Отже, для імітації робочої швидкості гусеничного комбайна в полі ми можемо використовувати регульований двигун для регулювання діапазону швидкості від 0 до 2,5 км/год. Зірочка та інші механізми трансмісії передають потужність на жнивarkу, живильний пристрій і рубальний пристрій, а система керування може змінювати швидкість руху. Під час випробування дільник направляє матеріали в жнивarkу, а різак у нижній частині жнивarki розрізає по висоті зрізу стебла. Отже, зрізане стебло транспортується назад під дією обертання жнивarkового барабана, а культура транспортується до подрібнюючого пристрою через пристрій подачі для завершення операції подрібнення та розкидання. У цьому процесі система керування випробуваннями може контролювати інформацію про крутний момент і швидкість за допомогою датчика крутного моменту та швидкості в режимі реального часу та збирати, записувати та обробляти відповідні дані випробувань.

#### Список використаних джерел

1. Rogovskii I. L. Algorithmically determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv, Ukraine. 2020. Vol. 11 (1). P. 155–162. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2020.01.155-162>.

2. Zagurskiy O., Pokusa Z., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020; ISBN 978-83-66567-13-9; pp. 162.

3. Rogovskii I. L. Consistency ensure the recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv, Ukraine 2019. Vol. 10 (4). P. 145–150. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2019.04.145-150>.

4. Myhailovych Y., Rogovskii I., Korobko M., Berezova L. Experimental studies of vibration load of synchronous threaded connections of grain harvester combines. *Engineering for Rural Development*. 2023. Vol. 22. P. 908–914. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2023.22.TF179>.

5. Rogovskii I., Titova L., Trokhaniak V., Trokhaniak O., Stepanenko S. Experimental study on the process of grain cleaning in a pneumatic microbiocature separator with apparatus camera. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*. 2019. Vol. 12 (61). No 1. P. 117–128. <https://doi.org/10.31926/but.fwiafe.2019.12.61.1.10>.

6. Rogovskii I. L., Hneniuk M. V. Research on losses of technical preparedness of forage harvesters combines by level of seasonal service accumulation. *Journal of Physics: Conference Series*. 2020. Vol. 1679. P. 042035.

УДК 631.004.02

## ІМІТАЦІЙНА 3D МОДЕЛЬ ВИПРОБУВАННЯ КАБІНИ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА

*Симан І. В.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Щоб перевірити точність системи оцінки видимості, горизонтальні та вертикальні кути від позиції очей оператора до точок огляду кабіни зернозбирального комбайна були виміряні за допомогою лазерної указки, а потім їх порівняли та проаналізували з оригінальним 3-D кресленням кабіни зернозбирального комбайна, як показано на рис. 1.

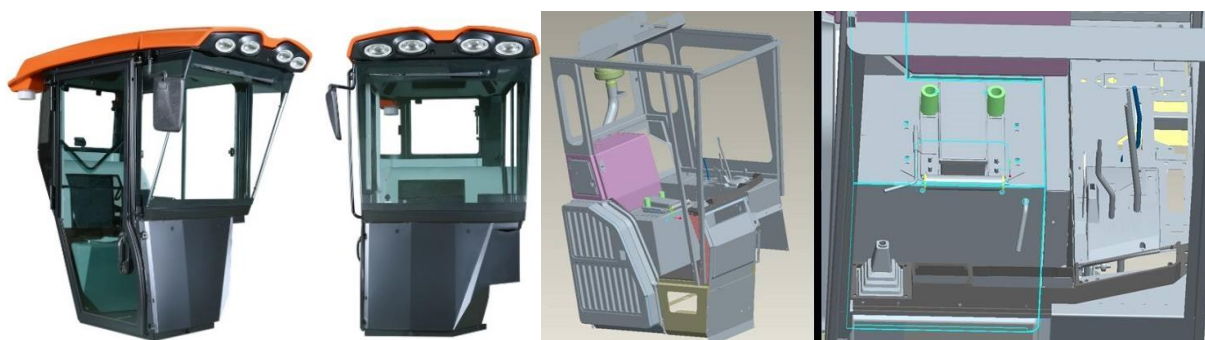


Рис. 1. 3D-модель кабіни зернозбирального комбайна (модель компанії А) для перевірки системи оцінки видимості

Перевірочний тест проводився лише з використанням моделі компанії А, оскільки тривимірні креслення інших моделей неможливо було отримати



через правила безпеки [1]. Око оператора було розташоване на 780 мм вгору та на 170 мм вперед на основі стандартного SIP (індексної точки сидіння). Ці значення були вибрані на основі середнього типу статури українського чоловічого населення віком від 45 до 69 років [2]. Горизонтальний і вертикальний кути були виміряні за допомогою системи оцінки видимості для п'яти точок огляду, таких як роздільник, важіль жатки, важіль перемикавання передач, приладової панелі та конвеєрної частини, а потім їх порівнювали з горизонтальними та вертикальними кутами, виміряними на кресленні [3]. Тести перевірки повторювали п'ять разів у кожній точці огляду для аналізу даних [4]. Т-тест проводився на 5-відсотковому рівні значущості за допомогою програми статистичного аналізу SAS (version 9.1, SAS Institute, Cary, USA). Під час оцінки видимості зернозбирального комбайна з кабіною було оцінено п'ять основних точок огляду в різних робочих положеннях. Найбільш бажаною позою під час роботи комбайна була поза сидячи; однак положення стоячи або нахилившись також були необхідні для перевірки умов роботи під час збирання врожаю. Для цього аналізу було припущено, що людське око розташоване в самій передній частині голови людини, а вісь обертання нахиленої пози в положенні сидячи або стоячи на сидінні водія була ідентичною стегну, як показано на рис. 2.

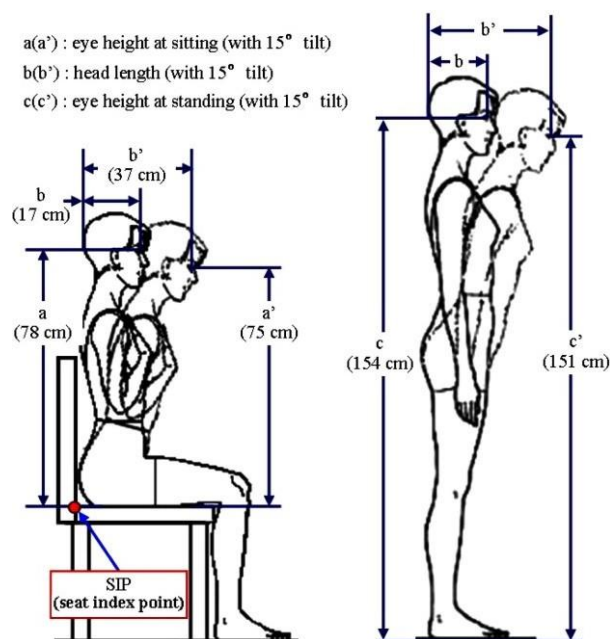


Рис. 2. Положення очей оператора з різними позами

Для цих тестів використовувалися чотири положення, такі як сидячи прямо, сидячи з нахилом на 15°, стоячи прямо та стоячи з нахилом на 15°. Видимість оцінювали п'ять разів у кожній робочій позиції, і 3-осьовий напрямок системи оцінки видимості повертали, щоб узгодити лазерний вказівник і точки огляду, а потім перевіряли зміни у перевірених вертикальних і горизонтальних кутах лазерного вказівника. гіроскопічні

датчики для визначення балів оцінки поля зору людини. Щоб проаналізувати видимість, односторонній дисперсійний аналіз і тест найменшої суттєвої різниці (тест LSD), фактором якого була робоча поза, були проведені точки огляду за допомогою SAS.

Список використаних джерел

1. Rogovskii I. L. Algorithmically determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11 (1). P. 155–162. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2020.01.155-162>.

2. Rogovskii I. L. Consistency ensure the recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine 2019. Vol. 10 (4). P. 145–150. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2019.04.145-150>.

3. Myhailovych Y., Rogovskii I., Korobko M., Berezova L. Experimental studies of vibration load of synchronous threaded connections of grain harvester combines. *Engineering for Rural Development*. 2023. Vol. 22. P. 908–914. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2023.22.TF179>.

4. Rogovskii I., Titova L., Trokhaniak V., Trokhaniak O., Stepanenko S. Experimental study on the process of grain cleaning in a pneumatic microbiocature separator with apparatus camera. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*. 2019. Vol. 12 (61). No 1. P. 117–128. <https://doi.org/10.31926/but.fwiafe.2019.12.61.1.10>.

УДК 631.004.02

## **ENGINEERING MANAGEMENT OF HYDRAULIC SYSTEMS OF MACHINES FOR HORTICULTURE**

*Derkach I. O.*

*National University of Life and Environmental Science of Ukraine*

Olives and nuts are harvested with machines that clamp to the tree and shake it [1]. An umbrella-like collector is raised and opened to gather the crop [2]. HydraForce can provide coordinated and smooth proportional control of the three electrohydraulic functions of clamping [3], shaking [4] and opening [5] (Fig. 1).

Grapes, like olives, are a delicate crop that requires equipment capable of special handling and versatility [6]. Hydraulic cartridge valves can handle the variety of controls needed on multifunction harvesting equipment that shakes the grapes off the vines, collects and conveys them, separates the leaves and stems,



and prunes the vines. Accurate and stable control of shaker speed is vital to vineyard harvesting. Shake too slow and crop is left on the tree or vine [7]. Shake too fast and the plants and supporting trellises may be damaged. In some cases, vines or trees might have bare patches, so the shaker speed may need manual adjustment. This example shaker and clamp circuit provides stable and reliable speed and pressure control of the shaker motor and clamp function as the harvester moves through the field, and is able to compensate for field conditions that can change the load demand on the motor.

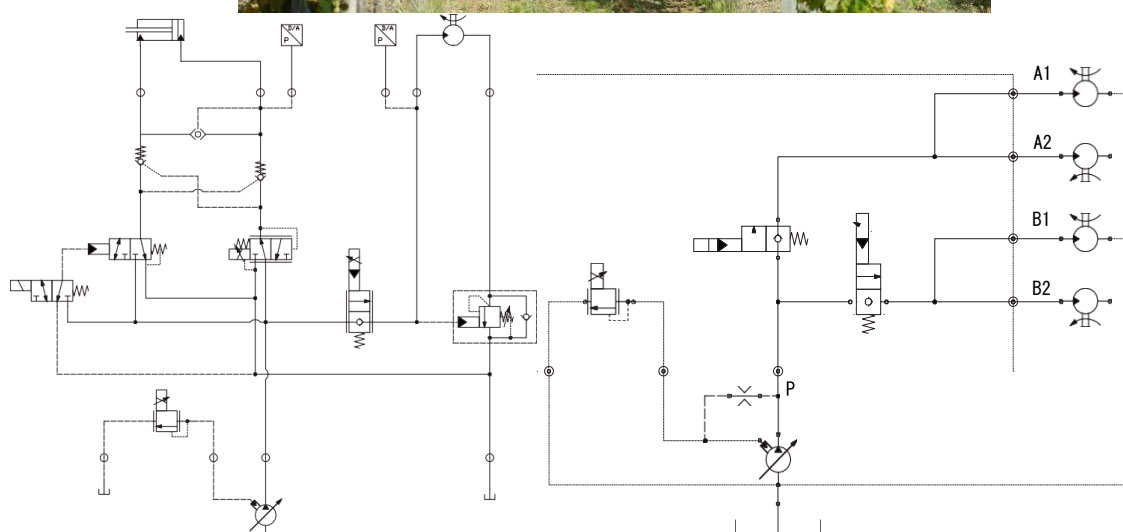


Fig. 1. Hydraulic cartridge valves provide stable, efficient control of the shaker and cleaning fans of grape harvesting machines.

Fans are used by tree and vine harvesting equipment to help clean the crop, blowing away leaves and broken stems. The fan speed should be set to ensure a clean crop without wasting excess energy. The operator sets the speed of the upper and lower fans by adjusting the current supplied to the proportional pressure relief valve. Our range of low leakage solenoid and proportional valves can be applied for on/off control and variable speed control during the harvesting process.

### References

1. Rogovskii I. L. Algorithmically determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11 (1). P. 155–162. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2020.01.155-162>.
2. Zagurskiy O., Pokusa Z., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020; ISBN 978-83-66567-13-9; pp. 162.
3. Rogovskii I. L. Consistency ensure the recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine 2019. Vol. 10 (4). P. 145–150. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2019.04.145-150>.
4. Myhailovych Y., Rogovskii I., Korobko M., Berezova L. Experimental studies of vibration load of synchronous threaded connections of grain harvester combines. *Engineering for Rural Development*. 2023. Vol. 22. P. 908–914. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2023.22.TF179>.
5. Rogovskii I., Titova L., Trokhaniak V., Trokhaniak O., Stepanenko S. Experimental study on the process of grain cleaning in a pneumatic microbiocature separator with apparatus camera. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*. 2019. Vol. 12 (61). No 1. P. 117–128.
6. Rogovskii I. L., Hneniuk M. V. Research on losses of technical preparedness of forage harvesters combines by level of seasonal service accumulation. *Journal of Physics: Conference Series*. 2020. Vol. 1679. P. 042035.
7. Rogovskii I., Titova L., Shatrov R., Bannyi O., Nadtochiy O. Technological effectiveness of machine for digging seedlings in nursery grown on vegetative rootstocks. *Engineering for Rural Development*. 2022. Vol. 21. P. 924–929. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2022.21.TF290>.

УДК 631.31/.5.003.13

## **ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТЕХНІКИ ДЛЯ ҐРУНТОЗАХИСНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА**

*Шатров Р. В.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Однією з найбільш енергоємних операцій в землеробстві є основний обробіток ґрунту, зокрема оранка [1]. При оранці середніх за питомим

опором ґрунтів на глибину 25-27 см витрачають близько 18-20 кг/га дизельного палива [2]. Тому останнім часом сільськогосподарські підприємства все більшою мірою переходять на новітні технології мінімізації обробітку ґрунту і мульчування його поверхні рослинними рештками, які впроваджуються майже на 15 млн. га ріллі [3]. За даними [4], застосування ґрунтозахисних технологій, диференційованих залежно від ґрунтово-кліматичних умов України, дозволить заощадити паливо (у 2-3 рази), мінеральні добрива (у 2 рази), витрату металу на метр захвату ґрунтообробних машин (у 2 рази), значно зменшити шкідливу дію вітрової і водної ерозії.

В Україні застосовують такі способи основного обробітку ґрунту [5]:

- оранка (з повним або частковим обертанням скиби);
- безполицевий (без обертання скиби за рахунок глибокого рихлення і збереження подрібнених рослинних решток на поверхні поля);
- мінімальний (розпушування на глибину до 8 см, вирівнювання і часткове перемішування оброблюваного шару);
- нульовий (No Till) – сівба в необроблений ґрунт;
- смуговий (STRIP-TILL) – поєднання основного і нульового обробітків.

В Україні близько половини орних земель еродовані. Водною і вітровою ерозією щороку виноситься в середньому 15 т/га родючого ґрунту. До того ж розораність всієї території в Україні сягає 57% при екологічно допустимій – 40% (в США цей показник на рівні 25%, Франції – 38%).

Безполицевий (ґрунтозахисний) обробіток ґрунту створює гетерогенний за родючістю оброблюваний шар. Забезпечуються сприятливі умови для отримання дружних сходів сільськогосподарських культур, особливо зернових колосових. Органічна речовина локалізується у верхньому шарі ґрунту, оптимізується його щільність, пористість і повітроємність. Проте концентрація поживних речовин у верхньому шарі ґрунту негативно впливає на окремі сільськогосподарські культури, зокрема просапні, у тому числі цукрові буряки, з глибокою кореневою системою (понад 3м). Одночасно такий обробіток призводить до ущільнення нижніх шарів ґрунту, в результаті чого погіршується їх водно-повітряний режим, а отже, зменшується урожайність. До того ж мінімальний ґрунтозахисний обробіток ґрунту потребує, як правило, додаткового внесення засобів захисту рослин від бур'янів, хвороб і шкідників. А це не тільки додаткові витрати коштів, а й погіршення життєдіяльності людини.

В той же час обробіток ґрунту слід розглядати як вимушений захід. Якщо без нього не можна обійтись, його слід виконати з найменшим руйнуванням структури ґрунту (мінімізація обробітку). Зважаючи на це, останнім часом все більшого поширення, завдяки використанню гербіцидів суцільної дії з коротким періодом розпаду (типу Раундап Класік), набуває нульовий обробіток ґрунту (NoTill). Теоретичною основою цієї технології є

розробки відомого англійського вченого Є. Рассела. Проте першим впровадив цю технологію у виробництво американський фермер Гаррі Янг, використавши англійську сівалку прямої сівби і гербіцид з коротким періодом розкладу типу грамоксон.

Порівняно з плужним обробітком вона має такі переваги:

- зменшуються витрати праці й коштів на одиницю оброблюваної площі;
- збільшується вміст органічної речовини і вологи у верхньому шарі ґрунту;
- зменшується кількість технологічних операцій, а отже і проходів агрегатів по полю, при вирощуванні та збиранні сільськогосподарських культур;
- зберігається цілісна структура ґрунту, а отже, зменшується загроза його ерозії.

Впровадження системи землеробства NoTill потребує високої культури землеробства. Це зокрема вирівняність поля, бо при цьому не передбачено виконання основного і передпосівного обробітку ґрунту. Обов'язковою вимогою нульового обробітку ґрунту є залишення рівномірно розміщеної на поверхні поля подрібненої побічної продукції урожаю (солома, листостеблова маса, гичка та ін.). Зважаючи на накопичення у верхньому шарі ґрунту рослинних решток, насіння бур'янів, шкідників і хвороб, необхідно додатково вносити, особливо на початку впровадження технології NoTill, засоби захисту рослин. До того ж не можливо вносити тверді органічні добрива, бо їх необхідно заробляти у ґрунт. Система землеробства NoTill призводить до ущільнення ґрунту, що спричиняє до зменшення урожайності сільськогосподарських культур до 10-20%, особливо з глибоким (понад 3 м) проникненням кореневої системи.

Мінімальний і нульовий обробітки ґрунту перш за все доцільно використовувати для вирощування зернових колосових і зернобобових культур з неглибоким і середнім проникненням кореневої системи.

Слід відзначити, що останнім часом поліпшується випуск ефективних ґрунтообробних знарядь в Україні і забезпечення ними сільськогосподарських підприємств. Найбільш відомі такі виробники машин для ґрунтозахисного землеробства: ВАТ «Галещина, машзавод», ВАТ «Хмільниксільмаш», ТОВ «Завод Проммаш». З виробників техніки для ґрунтозахисного землеробства найбільш відомі французька група компаній KUNN, фірма LEMKEN (Німеччина). Основною відмінністю агрегатів АГР, АГРП і УДАР є наявність ресорної стійки диска з відповідною жорсткістю, завдяки чому вони мають переваги: працюють на ґрунтах з підвищеною вологістю; внутрішня поверхня диска самоочищується за рахунок низькочас-тотних коливань; зменшується тяговий опір, а отже й витрата

палива на одиницю роботи; зменшується ймовірність пошкодження при зіткненні з перепонами.

Позитивним також є те, що всі агрегати ТОВ НВП «БілоцерківМАЗ» обладнано універсальними котками для вологих і сухих ґрунтів. Завдяки коткам після проходження дисків ґрунт вирівнюється і підшліфлюється до придатного для сівби стану. Культиватори серії «Резидент» ВАТ «Галещина, машзавод» (Полтавська область), обладнані лапами, дисками і котками, ефективно використовують за безплужною і плужною системами обробітку ґрунту.

Отже, як видно з наведених даних, в Україні випускається різноманітна за конструктивними особливостями і продуктивністю конкурентна техніка для мінімального обробітку ґрунту. Якщо додати до цього ще й сільськогосподарську техніку іноземних фірм-виробників, то можна стверджувати, що попит на неї повністю задоволено.

Для реалізації мінімального обробітку ґрунту іноземні фірми-виробники і їх посередники рекомендують відповідні комплекси машин. Крім дискових борін, для ґрунтозахисної технології можна використати стерньові культиватори MIXTER групи компаній KUNN. Як видно з наведених даних, впровадження обробітку ґрунту за мінімальною технологією порівняно з традиційною з використанням вітчизняної техніки дасть можливість зменшити затрати праці, витрату палива і прями експлуатаційні витрати відповідно у 2,9; 3,8 і 3,8 рази, а для іноземної техніки – у 2,5; 3,7 і 3,5 рази. Порівняння мінімальної технології на базі вітчизняної і зарубіжної техніки свідчить про рівнозначність величин витрати праці й палива на метр ширини захвату агрегату, а прями експлуатаційні витрати для зарубіжної техніки у 1,9 рази більші. Таким чином, впровадження мінімального обробітку ґрунту економічно доцільне.

#### Список використаних джерел

1. Rogovskii I. L. Algorithmically determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11 (1). P. 155–162. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2020.01.155-162>.

2. Zagurskiy O., Pokusa Z., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. *Monograph*. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020; ISBN 978-83-66567-13-9; pp. 162.

3. Rogovskii I. L. Consistency ensure the recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine 2019. Vol. 10 (4). P. 145–150. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2019.04.145-150>.

4. Myhailovych Y., Rogovskii I., Korobko M., Berezova L. Experimental studies of vibration load of synchronous threaded connections of grain harvester

combines. *Engineering for Rural Development*. 2023. Vol. 22. P. 908–914. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2023.22.TF179>.

5. Nazarenko I., Mishchuk Y., Mishchuk D., Ruchynskiy M., Rogovskii I., Mikhailova L., Titova L., Berezovyi M., Shatrov R. Determination of energy characteristics of material destruction in the crushing chamber of the vibration crusher. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. Vol. 4(7(112)). P. 41–49. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.239292>.

УДК 631.004.02

## PERSPECTIVES OF MACHINE TIME BETWEEN THE MOMENTS OF APPEARANCE OF SERVICE REQUIREMENTS FOR GRAIN HARVESTERS COMBINES

*Nichay I. M.*

*National University of Life and Environmental Science of Ukraine*

It has been established that in the general case, in the computer time reference system, the flow of requests for maintenance and repair of machines is a non-stationary Poisson flow [1]. For such a flow, a formula is known that allows one to determine the probability density of a random time interval between neighboring events [2], which can be written as follows:

$$f(t_{ni}) = \Lambda_0(\bar{m}_{i-1} + t_{ni})e^{N(\bar{m}_{i-1}) - N(\bar{m}_{i-1} + t_{ni})}, \quad (1)$$

where  $f(t_{ni})$  is the probability density of the distribution of the time interval;  $t_{ni}$

$t_{ni}$  is the time interval between the moments of occurrence of  $(i - 1)$ -th and  $i$ -th requirements.

Determining the probability density of the distribution of a random period of time using this formula is greatly simplified if we assume that the failure rate changes  $t_{ni}$  discretely only at the moments when requirements arise, remaining unchanged over the period of time [3-5]. This assumption can be made when there are a large number of vehicles in the fleet and small overhaul periods. Thus, for high-intensity flows, in the general case we write

$$f(t_{ni}) \cong \Lambda_0(\bar{m}_{i-1})e^{\Lambda_0(\bar{m}_{i-1})t_{ni}}, \quad (2)$$

and for stationary flows

$$f(t_{ni}) = \Lambda_0 e^{-\Lambda_0 t_{ni}}, \quad (3)$$

In formulas (1)-(3)  $\Lambda_0(\bar{m})$  is the intensity of the total flow of requirements for maintenance and repairs of all types. This intensity is equal to

$$\Lambda_0(\bar{m}) = \Lambda_{т.з}(\bar{m}) + \Lambda_1(\bar{m}) \quad (4)$$

where  $\Lambda_{T,3}(\bar{m})$  is the intensity of current repair requests;

$\Lambda_1(\bar{m})$  is intensity of scheduled preventative maintenance, characterized by a minimum volume.

This implies that more labor-intensive technical impacts are carried out not additionally, but, in necessary cases, instead of some of those taken into account in formula (4).

Knowledge of the law of distribution of time intervals between the moments of occurrence of the next requirements makes it possible to generate their random implementations on a computer  $t_{ni}$ . With a known value of the initial moment of computer time  $m_0$ , this makes it possible to sequentially form the moments of occurrence of all subsequent requirements according to the formula

$$\bar{m}_i = \bar{m}_{i-1} + t_{ni}, \quad i = 1, 2, 3 \dots \quad (5)$$

However, to model the processes of technical operation of a machine park, in addition to the moment of occurrence of each requirement, it is necessary to know what type of maintenance or repair is required at each moment in time. Given the assumption made, it is natural to assume that the requirement relates to maintenance or repair of a type  $\xi$  with probability  $P_i(\xi)$  determined as follows:

$$P_i(\xi) = \frac{\Lambda_\xi(\bar{m}_{i-1})}{\Lambda_0(\bar{m}_{i-1})}, \quad (6)$$

In this case, it is determined  $\Lambda_\xi(\bar{m}_{i-1})$  by one of the formulas (5) and (6), corresponding to the type of technical impact  $\xi$ .

#### References

1. Rogovskii I. L. Algorithmically determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11 (1). P. 155–162. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2020.01.155-162>.
2. Zagurskiy O., Pokusa Z., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020; ISBN 978-83-66567-13-9; pp. 162.
3. Rogovskii I. L. Consistency ensure the recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine 2019. Vol. 10 (4). P. 145–150. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2019.04.145-150>.
4. Myhailovych Y., Rogovskii I., Korobko M., Berezova L. Experimental studies of vibration load of synchronous threaded connections of grain harvester combines. *Engineering for Rural Development*. 2023. Vol. 22. P. 908–914. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2023.22.TF179>.
5. Rogovskii I., Titova L., Trokhaniak V., Trokhaniak O., Stepanenko S. Experimental study on the process of grain cleaning in a pneumatic microbiocature separator with apparatus camera. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food*

Engineering. 2019. Vol. 12 (61). No 1. P. 117–128.  
<https://doi.org/10.31926/but.fwiafe.2019.12.61.1.10>.

УДК 631.004.02

## **ENGINEERING MANAGEMENT OF ECOLOGICAL FEATURES OF APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS**

*Ishchenko V. V.*

*National University of Life and Environmental Science of Ukraine*

The use of mineral fertilizers has certain ecological caveats due to the presence of ballast in almost every type of fertilizer, which may contain environmentally hazardous substances [1]. There may be fluorine, zinc, and even radionuclides [2].

Different types of mineral fertilizers contain different amounts of heavy metals: the most dangerous are nitrogenous; phosphorus, potash and even organic fertilizers contain much more of them [3]. Particularly dangerous among them are phosphorite flour and low-concentration potassium fertilizers, which even contain the radioactive isotope K40 [4].

The production of plant products on radio-contaminated soils of Ukraine (which is almost 2 million hectares) has certain features, which mainly consist in maintaining a sufficient amount of elements that compete with radioactive isotopes — potassium and calcium [5]. That is, the presence of a sufficient amount of the latter blocks the consumption of radioactive elements by plants. Also, in this sense, maintaining optimal soil acidity by liming is of great importance [6].

In conditions of drought, which, unfortunately, is becoming the norm for most regions of Ukraine, first of all, it should be borne in mind that mineral fertilizers in contact with the soil can absorb moisture, that is, dry out nearby plants. To evaluate this effect, the term "salt index" is used: the lower it is, the safer it is. The lowest salt index is found in phosphate fertilizers (superphosphate, ammonium monophosphate), anhydrous ammonia and KAS. Potassium fertilizers have the highest index, so they should be applied in the fall [7]. Complex fertilizers that contain potassium also have a high salinity effect and should not be applied at the same time as sowing. Due to the lack of moisture, the application of phosphorus fertilizers in the spring does not give an effect, therefore, they should be applied only in the fall.

As for the influence of plant nutrition on the quality of products produced from them, it is as follows. For grain crops (gluten content), this is primarily an improvement in nitrogen nutrition; the increase in the oil content of sunflower



seeds is achieved by providing adequate phosphorus and potassium. In sugar beets, the sugar content increases by 1.1% with proper (K150) potassium supply, while an increase in nitrogen nutrition above N180 reduces sugar content by 2.3%.

Separately, we should dwell on the agrochemistry of growing agricultural crops. Today, the ratio of applied nutrients (NPK) in Ukraine is 0.7 : 0.16 : 0.14, which is far from optimal (1.0 : 0.8 : 0.7). Taking into account the fact that Ukraine harvests consistently high crops (in 2021 they were even record-breaking), it is not difficult to come to the conclusion that against the background of a lack of organic matter, this is achieved by the depletion of arable land.

Taking into account the rapid increase in the cost of mineral fertilizers, the only way to eliminate this problem is a scientifically based system of mineral nutrition of plants.

After wintering, it is impractical to carry out spring fertilizing on crops thinned by more than 50%, it is better to reseed. Crops damaged by frost should be fertilized with an increased (60–70 kg/ha) dose of nitrogen, and frost fertilization should be done in fields with leveled terrain due to the risk of food being washed into water bodies and their contamination. Fertilization of winter crops must be carried out in 3–4 measures: 60–70 kg/ha – at the beginning of the growing season (with ammonium nitrate); 35–40 – at the beginning of entering the tube (with ammonium nitrate) and 40–50 – in the event of the appearance of a flag leaf (urea solution or KAS) by sprayers with or without drawing hoses. In the last case, to prevent burns of plants and especially the flag leaf, the concentration of urea in the working solution should be 10–13%. This should be done at daytime air temperatures of up to +25 °C. In the case of feeding KAS-32, the dose of nitrogen should not exceed N10 with a consumption rate of the working solution of 250–300 l/ha.

The use of KAS has a certain limitation: for KAS-32, the air temperature must not be lower than 0 °C due to the risk of its crystallization. In the period of negative temperatures, it is necessary to use KAS-30 or KAS-28 with a crystallization temperature of –9 and –17 °C, respectively, it is even more useful to use KAS+S instead of KAS-32 with the addition of sulfur, which can give an increase in yield, how to compare with with the use of ammonium nitrate, up to 10%, and KAS-32 - 4%, and the content of protein in grain by 1%, and gluten – by 2%.

The optimal period for foliar feeding is the period after the flowering phase until the end of the milky grain ripeness phase. The effectiveness of fertilizing in later periods (dough-like, waxy maturity) is ineffective due to the fact that in this period the supply of reserve substances to the grain and absorbed l

#### References

1. Rogovskii I. L. Algorithmically determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11 (1). P. 155–162. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2020.01.155-162>.

2. Zagurskiy O., Pokusa Z., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020; ISBN 978-83-66567-13-9; pp. 162.

3. Rogovskii I. L. Consistency ensure the recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine 2019. Vol. 10 (4). P. 145–150. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2019.04.145-150>.

4. Myhailovych Y., Rogovskii I., Korobko M., Berezova L. Experimental studies of vibration load of synchronous threaded connections of grain harvester combines. Engineering for Rural Development. 2023. Vol. 22. P. 908–914. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2023.22.TF179>.

5. Rogovskii I., Titova L., Trokhaniak V., Trokhaniak O., Stepanenko S. Experimental study on the process of grain cleaning in a pneumatic microbiocature separator with apparatus camera. Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering. 2019. Vol. 12 (61). No 1. P. 117–128. <https://doi.org/10.31926/but.fwiafe.2019.12.61.1.10>.

6. Rogovskii I. L., Hneniuk M. V. Research on losses of technical preparedness of forage harvesters combines by level of seasonal service accumulation. Journal of Physics: Conference Series. 2020. Vol. 1679. P. 042035.

7. Rogovskii I., Titova L., Shatrov R., Bannyi O., Nadtochiy O. Technological effectiveness of machine for digging seedlings in nursery grown on vegetative rootstocks. Engineering for Rural Development. 2022. Vol. 21. P. 924–929. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2022.21.TF290>.

УДК 621.311

## **ЧИННИКИ ВПЛИВУ НА ПОКАЗНИКИ МАШИНОВИКОРИСТАННЯ САМОХІДНИХ ОБПРИСКУВАЧІВ**

*Любченко І. С.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

В даний час потрібно підвищувати ефективність техніки, що застосовується в сільському господарстві, в тому числі і машин для хімічного захисту сільськогосподарських рослин [1]. Тому важливо оцінити ефективність використання технічних засобів [2], а саме самохідних обприскувачів, за комплексним критерієм [3]. Однак для цього слід вивчити насамперед фактори [4], що впливають на показники машиновикористання

самохідних обприскувачів [5]. Таким чином, усі фактори, що впливають на показники машиновикористання самохідних обприскувачів, можна розділити на дві великі групи: конструктивно-технологічні фактори самохідних обприскувачів та фактори умов технологічної операції обприскування [6]. Конструктивно-технологічні фактори самохідних обприскувачів відносяться до особливостей самохідного шасі та змонтованих на ньому вузлів та систем з робочими органами, які забезпечують розприскування і внесення хімічних речовин на сільськогосподарські культури [7].

Конструктивно-технологічні чинники самохідних обприскувачів розділені нами на дві підгрупи: фактори, що стосуються безпосередньо конструктивних особливостей машин, та фактори, що визначають якість машин. До першої підгрупи конструктивно-технологічних факторів самохідних обприскувачів віднесені: технологічна схема обприскувача, що визначає, в першу чергу, спосіб захисту сільськогосподарської культури, ширина захоплення обприскування, наявність стаціонарного, тобто змонтованого на самохідній машині, або змінної ємкості для хімічної рідини, її об'єм та рівень механізації та автоматизації вузлів та агрегатів самохідного обприскувачу.

До другої підгрупи віднесено рівні технічної надійності як окремих систем та вузлів, так і машини загалом, економічності енергетичного засобу, ергономічності та технологічності самохідних обприскувачів, а також його ціна. Друга група факторів віднесена до умов обприскування. Ця група включає чотири підгрупи факторів: культура, що обробляється, природно-кліматичні, організаційні та експлуатаційні.



Рис. 1. Загальна фасета 1 рівня.

Найважливішими факторами культури, що обробляється, що впливають на показники машиновикористання самохідних обприскувачів, є її врожайність, вологість рослин, засміченість, період біологічного дозрівання, а також висота рослин і її рівномірність по полю. Від цих факторів залежить продуктивність самохідних обприскувачів.

До факторів природно-кліматичних умов, за яких виконують обприскування, можна віднести напрям і швидкість вітру, кількість опадів, що випали, за період хімічного захисту, температуру повітря, а також ухил поля і стан дорожнього покриття (грунтові дороги, асфальтовані). Від зазначених факторів багато в чому залежить можливість обробітку цієї культури та втрати, не пов'язані з застосовуваною машиною.

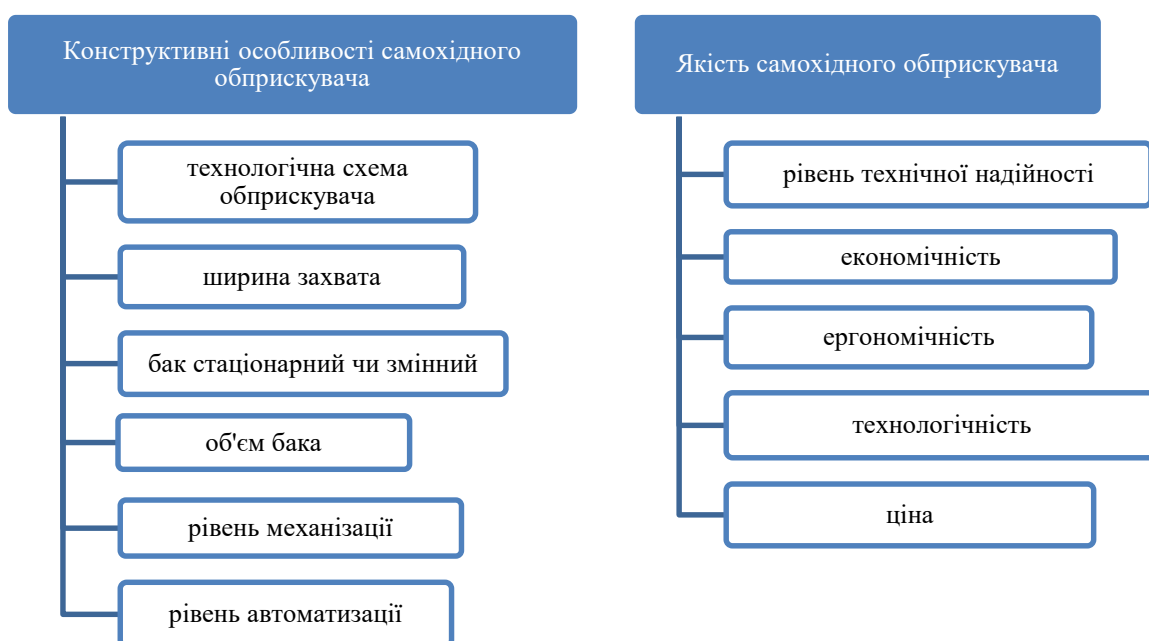


Рис. 2. Специфічна фасета 2 рівня конструктивно-технологічних чинників.

До організаційних факторів віднесено технологію обприскування, навантаження на одну машину, що визначається сумарною площею культури, що обробляється, і кількістю використовуваних самохідних обприскувачів, забезпеченість механізаторами, відстань від поля до місця зберігання або реалізації та форма організації роботи (індивідуальна, ланкова, бригадна тощо). Експлуатаційні фактори: кваліфікація обслуговуючого персоналу, швидкісний режим самохідних обприскувачів та якість підготовки машин до роботи.

Експлуатаційні та організаційні чинники істотно впливають на найважливіші показники використання самохідних обприскувачів: продуктивність і якість роботи.

Класифікація чинників, які впливають показники машивикористання самохідних обприскувачів, представлено на рис. 1 і рис. 2. В результаті аналізу науково-дослідних робіт запропоновано класифікацію факторів, що впливають на показники машивикористання самохідних обприскувачів. Усі фактори поділені на дві групи: конструктивно-технологічні фактори самохідних обприскувачів та фактори умов обприскування самохідних обприскувачів.

#### Список використаних джерел

1. Rogovskii I. L. Algorithmically determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11 (1). P. 155–162. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2020.01.155-162>.

2. Zagurskiy O., Pokusa Z., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020; ISBN 978-83-66567-13-9; pp. 162.

3. Rogovskii I. L. Consistency ensure the recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine 2019. Vol. 10 (4). P. 145–150. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2019.04.145-150>.

4. Myhailovych Y., Rogovskii I., Korobko M., Berezova L. Experimental studies of vibration load of synchronous threaded connections of grain harvester combines. *Engineering for Rural Development*. 2023. Vol. 22. P. 908–914. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2023.22.TF179>.

5. Rogovskii I., Titova L., Trokhaniak V., Trokhaniak O., Stepanenko S. Experimental study on the process of grain cleaning in a pneumatic microbiocature separator with apparatus camera. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*. 2019. Vol. 12 (61). No 1. P. 117–128. <https://doi.org/10.31926/but.fwiafe.2019.12.61.1.10>.

6. Liubchenko I. S., Rogovskii I. L. System engineering of self-propelled sprayers of Ukraine. Actual problems of practice and science and methods of their solution. IV International Scientific and Practical Conference, Milan, Italy, January 28, February 2, 2022: conference abstracts. Milan. 2022. P. 588–594.

7. Rogovskii I., Titova L., Shatrov R., Bannyi O., Nadtochiy O. Technological effectiveness of machine for digging seedlings in nursery grown on vegetative rootstocks. *Engineering for Rural Development*. 2022. Vol. 21. P. 924–929. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2022.21.TF290>.

УДК 631.004.02

## **INCREASING THE COMPETITIVENESS OF MASS GRAIN HARVESTER COMBINES**

*Shatrov R. R.*

*National University of Life and Environmental Science of Ukraine*

In the modern conditions of the development of the agro-industrial complex, special attention is paid to the issues of quality harvesting of grain and leguminous crops in agrotechnical terms [1]. The most important role in the solution of the named task is played by the use of a park of reliable production equipment [2].

Produces a wide range of grain harvesters, differing in classes:

- bandwidth,
- types of threshing and separating devices,
- the number and arrangement of drums,
- type of running system.

So, at the present time, the enterprise serially produces combines of the following classes of throughput – the throughput capacity of the machines is indicated for their operation in standard conditions, with regulatory requirements for agrophone.

These machines are aggregated with special adapters for harvesting various grains and a number of other crops: grain harvesters and pickers, rapeseed harvesters, sets for harvesting corn for grain, sunflower and soybean harvesters [3]. Such a variety of machines and adapters for them gives consumers the opportunity to make their choice, taking into account such important factors that determine the efficiency of the use of equipment, such as:

- types of harvested crops or (s) their ratio;
- soil and climatic conditions of operation;
- the size of sown areas;
- yield and contour of fields;
- characteristics of harvested crops (lowness, humidity, weediness).

### References

1. Rogovskii I. L. Algorithmically determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11 (1). P. 155–162. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2020.01.155-162>.
2. Zagurskiy O., Pokusa Z., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. *Monograph*. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020; ISBN 978-83-66567-13-9; pp. 162.

3. Rogovskii I. L. Consistency ensure the recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine 2019. Vol. 10 (4). P. 145–150. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2019.04.145-150>.

УДК 631.004.02

## SMART TECHNOLOGIES IN AGRICULTURE

*Nadtochiy O. V.*

*National University of Life and Environmental Science of Ukraine*

The world population is growing. According to UN forecasts, the world population will reach 9.8 billion people by 2050; to feed it, food production must be increased by 70%. To do this, it is necessary to seriously modernize agriculture [1].

The argument in favor of the mass introduction of smart technologies in agriculture is often formulated as follows: it is impossible to radically increase the cultivated areas; it is necessary to increase the intensity of their use [2].

The global market for agricultural technologies will grow by approximately 12.1% per year and reach \$41.17 billion by 2027 (ResearchAndMarkets forecast). Household spending on technical solutions with artificial intelligence alone will grow from \$1 billion in 2020 to \$4 billion in 2026 (data from Markets & Markets).

Global spending on smart technologies in agriculture and artificial intelligence-based systems by 2025 is projected to triple compared to 2020, reaching \$15.3 billion.

Agriculture ranks last in terms of innovation implementation. This is understandable: until recently, the traditional industry managed without large-scale implementation of technology [3]. It is much easier to achieve growth by increasing the area of crops and the number of poultry and livestock. However, in the last 5–6 years the situation has changed a lot. The growth of population and prosperity has led to an increase in the consumption of protein foods, which, in turn, requires an expansion of crops (7 kg of feed grain is needed to produce 1 kg of meat). But in most countries of the world there is almost no free agricultural land left. Moreover, according to the UN Food and Agriculture Commission, the amount of arable land per capita in the world will decrease from 0.6 hectares per person in 2000 to 0.2 hectares by 2050, and the demand for food will increase by 70% [4].

The introduction of smart solutions in poultry breeding is a profitable business [5]. The best option is to raise chickens, since they are easier to care for and receive tasty eggs and healthy meat in return. Several laying hens will provide

eggs for a small family, and if you increase the number to a couple of dozen, you can begin to profitably sell homemade products. However, poultry requires some attention and, first of all, it is necessary to provide the chickens with decent living conditions. This is why choosing a chicken coop is an important task.

Considering that agriculture is one of the energy-intensive sectors consuming energy (fuel, electricity) and natural resources (water), the introduction of smart technologies in poultry keeping is a promising and economically profitable direction.

The greatest difficulties are presented by the winter period, when the necessary microclimate in the chicken coop has to be maintained artificially. The task becomes more difficult if the constant presence of maintenance personnel is limited by time and distance. The simplest mechanization of some vital functions for poultry, due to failures and breakdowns of equipment, does not provide adequate safety: if the owner is away from home for a long time, he will not be able to intervene in time and correct the situation. The only solution is a smart chicken coop that combines modern automation and autonomy, allowing you to leave the bird unattended for a long time - up to two weeks.

First, heating the chicken coop. Low temperatures negatively affect egg production; in cold weather, chickens will consume more feed. If the temperature tends to sub-zero, chickens quickly stop laying eggs even with good nutrition.

Secondly, in order for the bird not to lose egg production, there should be light in the chicken coop for up to 12 hours a day, regardless of the time of year.

Thirdly, to create comfortable conditions, the chicken coop must be equipped with a ventilation system, which, in addition to providing the room with fresh air, controls humidity, prevents the formation of mold and the spread of infection.

Fourthly, an automated supply of food and water for birds should be established.

As part of the implementation of the “Agro-Innovation” project of the Small Grants Program of the Global Environment Facility of the United Nations Development Program, the first demonstration site for the implementation of low-budget autonomous SMART mini-poultry farms (solar-powered) will be created.

This form of raising birds will reduce the cost of keeping animals. When keeping a population of 10 chickens, water consumption per year is 2200 liters, and with the introduction of automated water supply, water consumption is reduced by 2 times.

#### References

1. Rogovskii I. L. Algorithmically determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv, Ukraine. 2020. Vol. 11 (1). P. 155–162. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2020.01.155-162>.



2. Zagurskiy O., Pokusa Z., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020; ISBN 978-83-66567-13-9; pp. 162.

3. Rogovskii I. L. Consistency ensure the recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine 2019. Vol. 10 (4). P. 145–150. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2019.04.145-150>.

4. Romaniuk W., Polishchuk V., Marczuk A., Titova L., Rogovskii I., Borek K. Impact of sediment formed in biogas production on productivity of crops and ecologic character of production of onion for chives. Agricultural Engineering (wir.ptir.org). Krakow. Poland. 2018. Vol. 22. №1. P. 105–125. <https://doi.org/10.1515/agriceng-2018-0010>.

5. Rogovskii I. L., Titova L. L., Trokhaniak V. I., Haponenko O. I., Ohiienko M. M., Kulik V. P. Engineering management of tillage equipment with concave disk spring shanks. INMATEH. Agricultural Engineering. 2020. Bucharest. Vol. 60. No 1. P. 45–52. <https://doi.org/10.35633/INMATEH-60-05>.

УДК 631.004.02

## **MODERN INTEGRATION OF SMART TECHNOLOGY IN FARMING**

*Kalinichenko D. Yu.*

*National University of Life and Environmental Science of Ukraine*

Thanks to the fact that smart technologies are integrated into farming, it has become possible to significantly optimize or improve many of its technological processes [1].

The agricultural sector is becoming not only profitable, but also profitable for investment. And if a question arises, which innovations are already effectively applied by Ukrainian farmers, then a comprehensive answer can be given.

Recently, new technologies have significantly increased the results of agricultural enterprises. In general, innovative technologies are introduced everywhere, even in online slot machines for money. The principle of system management of special equipment, which combines the following types of control, can be called basic in agricultural activity.

1. Automatic accounting of fuel consumption. The use of such systems allows you to control the consumption of fuel and lubricants not only at the software level, but also at the hardware level with an error of less than 1%.

2. Control of the completed work. This system complex monitors the progress of various technological operations and timely warns the operator about possible violations or problems.

3. Precision farming. This system allows economical use of resources and reduces crop losses. It consists of GPS navigators and various sensors, for example, humidity, yield, which are installed on special equipment.

The use of the aforementioned in a complex is guaranteed to give a significant increase in indicators. IT technologies are actively being implemented in the agricultural industry. This happens both at the state level and in private farming. Among numerous promising developments, it is worth noting Fractal smart technology, which allows almost complete automation of technological processes and system data processing.

The Agromax Effect program also deserves attention. It not only models the possible yield, taking into account the characteristics of crops and plots of land, but also effectively assesses various risks, which will be useful for both farmers and insurance companies. In addition to already active projects, a large number of them are under development or undergoing testing. The large-scale implementation of such technologies in agriculture directly depends on the level of public or private investment.

#### References

1. Rogovskii I. L. Algorithmically determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11 (1). P. 155–162. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2020.01.155-162>.

УДК 631.004.02

## **ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ЕНТРОПІЇ МОДЕЛІ SMART ТЕХНОЛОГІЇ ДІАГНОСТУВАННЯ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ**

*Вельгас О. В.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

У моделі Smart технології діагностування зернозбиральних комбайнів повинен у певній формі виражатися зв'язок вимірюваного вектора ознак  $x$  з властивістю [1], що тестується, яке надалі буде позначатися як  $y$  [2]. Це означає, що має бути розкритий механізм перетворення  $y = F(x)$  [3].

Фактично побудова моделі Smart технології діагностування зернозбиральних комбайнів полягає у постановці двох завдань [4]. По-

перше, потрібно визначити вид функції  $F(x)$  [5]. Після встановлення чи завдання виду моделі об'єкта вирішують завдання визначення невідомих параметрів моделі. Вкажемо дві основні вимоги до моделі Smart технології діагностування зернозбиральних комбайнів [6].

По-перше, необхідно забезпечити максимальну точність та надійність кінцевого результату.

По-друге, це інтерпретованість та лаконічність кінцевого результату.

Ці вимоги тісно взаємопов'язані одна з одною [7]. Чим економічніше формою і змістовніше за змістом перетворення  $y = F(x)$  при забезпеченні необхідної точності моделі, тим паче загальні закономірності в експериментальних даних виявляє дана модель. Отже, тим стійкіше і надійніше кількісна оцінка показника, що діагностується, одержувана за допомогою перетворення  $F(x)$ . Таким чином, від моделі Smart технології діагностування зернозбиральних комбайнів не потрібно максимальної адекватності опису досліджуваного об'єкта загалом, вона призначається лише для опису ступеня відхилення стану об'єкта від норми [2].

Формула  $H(Y) = - \int_{-\infty}^{+\infty} \dots \int_{-\infty}^{+\infty} p_Y(x_1, x_2, \dots, x_m) \log p_Y(x_1, x_2, \dots, x_m) dx_1 \dots dx_m$  дозволяє спростити завдання визначення ентропії випадкового вектора, тому що не вимагає знання або визначення закону розподілу багатовимірної випадкової величини  $Y$ , що практично нереалізовано в реальних завданнях через обмеженість вибірок експериментальних даних. Загалом немає формальних принципів проблем, пов'язаних із знаходженням ентропії за експериментальними даними. Тому можна говорити про те, що модель  $H(Y) = - \int_{-\infty}^{+\infty} \dots \int_{-\infty}^{+\infty} p_Y(x_1, x_2, \dots, x_m) \log p_Y(x_1, x_2, \dots, x_m) dx_1 \dots dx_m$  відповідає першим вимогам до діагностичних моделей. Відповідно до  $H(Y) = - \int_{-\infty}^{+\infty} \dots \int_{-\infty}^{+\infty} p_Y(x_1, x_2, \dots, x_m) \log p_Y(x_1, x_2, \dots, x_m) dx_1 \dots dx_m$  параметрами ентропійної моделі є:

- середні квадратичні відхилення  $\sigma_{Y_i}$  компонент  $Y_i$ ,
- ентропійні показники  $k_i$  законів розподілів,  $i = 1, 2, \dots, m$ ,
- індекси детермінації регресійних залежностей між компонентами випадкового вектора  $Y$ ,  $k = 2, 3, \dots, m$ .

Це конкретні показники, що характеризують окремі компоненти випадкового вектора, а значить, і відповідні елементи досліджуваної системи. За змінами цих показників на основі векторного представлення ентропійної моделі Smart технології діагностування зернозбиральних комбайнів  $h(Y) = (h_V; h_R) = (H(Y)_V; H(Y)_R)$  можна буде робити лаконічні та інтерпретовані висновки за умови досягнення поставлених у роботі цілей.

Список використаних джерел

1. Voinalovych O., Hnatiuk O., Rogovskii I., Pokutnii O. Probability of traumatic situations in mechanized processes in agriculture using mathematical apparatus of Markov chain method. Engineering for Rural Development. 2019. Vol. 18. P. 563-269. doi:10.22616/ERDev2019.18. N245.

2. Rogovskii I. L. Algorithmically determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11 (1). P. 155–162. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2020.01.155-162>.

3. Zagurskiy O., Pokusa Z., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020; ISBN 978-83-66567-13-9; pp. 162.

4. Rogovskii I. L. Consistency ensure the recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine 2019. Vol. 10 (4). P. 145–150. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2019.04.145-150>.

5. Myhailovych Y., Rogovskii I., Korobko M., Berezova L. Experimental studies of vibration load of synchronous threaded connections of grain harvester combines. *Engineering for Rural Development*. 2023. Vol. 22. P. 908–914. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2023.22.TF179>.

6. Rogovskii I., Titova L., Trokhaniak V., Trokhaniak O., Stepanenko S. Experimental study on the process of grain cleaning in a pneumatic microbiocature separator with apparatus camera. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*. 2019. Vol. 12 (61). No 1. P. 117–128. <https://doi.org/10.31926/but.fwiafe.2019.12.61.1.10>.

7. Liubchenko I. S., Rogovskii I. L. System engineering of self-propelled sprayers of Ukraine. Actual problems of practice and science and methods of their solution. IV International Scientific and Practical Conference, Milan, Italy, January 28, February 2, 2022: conference abstracts. Milan. 2022. P. 588–594.

УДК 631.153.3:001.891.54

**ПРИНЦИПИ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТОЧНОГО (КЕРОВАНОГО) ЗЕМЛЮРОБСТВА**

*Кравчук В. І.*

*Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН*

*Комісаренко О. С., Баранов Г. Л.*

*Національний транспортний університет*

Постановка проблеми. Виробництво продукції рослинництва (ВІР) завжди у наших географічних умовах було залежним від зовнішнього

навколишнього оточуючого середовища (ЗНОС) з невизначеними природними явищами. Знання принципів аналітичної механіки згідно праць П. М. Василенко, Л. В. Погорілого та ін., забезпечувало розвиток споживання сировинних та харчових товарів шляхом інтенсифікації процесів керованого землеробства [1-3] сучасними класичними засобами механізації, автоматизації, електрифікації ВПР. Знання цих праць та досвід прототипів має цінність і для майбутнього ХХІ століття.

Подальший розвиток ВПР визначається новими принципами науково-методологічного апарату (НМА). Але бажаного може не бути, внаслідок глобалізації забруднення природних біосфер на всіх прошарках гелію, геонаосфери з особливими біотопами на ґрунтах техногенно-природних комплексів (ТПК) Всесвіту.

Аналіз останніх досліджень. Нова еволюційна фаза розвитку виробництва продукції рослинництва, що згідно резолюцій ООН, спрямованих на харчові та сільськогосподарські організації, визначає суттєві процедури цифрових технологій [4] для конкретних техногенно-природних комплексів агропромислового виробництва. Критерії ООН до 2030 року орієнтують на потрібні нові більш безпечні, продуктивні, ефективні, надійні, раціональні, стійкі виробництва продукції рослинництва [4, 7]. Таким чином стають актуальними процеси повномасштабної діджиталізації в цілому цифрових інформаційно-телекомунікаційних технологій (ЦІТТ) агропромислового виробництва: науково-методологічного апарату, моделей, методів та засобів керованого землеробства. Тоді можлива заміна існуючих форм із забрудненнями і збитками на високоекологічні, низькоенергетичні та економічні.

Мета досліджень. Обґрунтувати принципи, сутність, особливості, специфіку функціональності і мову цифрових інформаційно-телекомунікаційних технологій для самостійного користування особами, що приймають рішення.

Результати досліджень. Резолюції ООН передбачають, що в 2050 році, у ринкових глобалізованих умовах, можлива кількість споживачів прісної, питної води і продуктів харчування перевищить 9,6 мільярдів. Цифрові агропромислові комплекси зможуть надати роботу до 28% ноосферних працівників, які будуть володіти цифровими інформаційно-телекомунікаційними технологіями (ЦІТТ) на реальних техногенно-природних комплексах [4, 7]. Природна самоорганізація населення Землі завдяки інтернет та розвитку цифрових інформаційно-телекомунікаційних технологій починається з сфери освіти [5]: молоді, студентів, техніків, інженерів тощо. За цих навчань буде кому впроваджувати та експлуатувати нові ефективні засоби керованого землеробства. Така цифрова інформаційно-телекомунікаційна технологія доцільна для ефективного управління процесами майбутнього аграрного виробництва у техногенно-природних комплексах (ТПК). Зменшення до мінімуму виробничих витрат,

наявних чи придбаних ресурсів, для технології сільськогосподарського виробництва досягається завдяки цифровій інформаційно-телекомунікаційній технології лише за умов раціональної організації складських запасів, логістичного постачання та прискорення виконавчих процесів. Інтегроване синергетичне підвищення ефективності виробництва особливо потрібне у зонах ризикового землеробства. Як свідчить наш досвід [1, 2], розвиток цифрової інформаційно-телекомунікаційної технології керованого землеробства, можливо, в першу чергу, шляхом мобільної інтелектуалізації виконавчих технологій на полях техногенно-природних комплексів (ТПК). Автоматизація, механізація важких технологічних процесів в землеробстві завжди потребує нових засобів інтелектуальних транспортних систем (ITS), штучних інтелектуальних роботів (AIR), керованих дронів та інших виконавчих агрегатів з бортовими інформаційно-керуючими компонентами (БІКК) керованого землеробства [2, 4, 5].

Глобальна ієрархія дієвого масштабного розвитку цифрової інформаційно-телекомунікаційної технології агропромислових комплексів залежить від чинних законів, стандартів, регламентів, які спрямовують сфери [5-7]:

- 1) секторальної політики – влада – проекти, програми – показники;
- 2) адміністративно-ресурсну – власники – поля, ресурси – запаси;
- 3) науково-освітнянську – вчителі – принципи, вчені – обізнаність;
- 4) соціально-економічну – виконавці – постійна праця – досвід.

Висновок. Базовим принципом розвитку цифрових інформаційно-телекомунікаційних технологій у всіх галузях людської діяльності є самоорганізація кожного учасника, особи що приймає рішення, яка за допомогою власного автоматизованого робочого місця (АРМ) взаємодіє з іншими експертами поточних завдань. При цьому потрібна (поки ще відсутня) мова діалогів, зокрема, за якою працюють високошвидкісні штучні інтелектуальні роботи (AIR). Затримка керуючої команди більше однієї секунди зменшує ефективність виконавчих органів з дозування потоків речовин. Таким чином, лінгвістика діалогу та ланцюга цифрових інформаційно-телекомунікаційних технологій алгоритмічних перетворень природним чином потребує знання математики, механіки, біології.

Список використаних джерел

1. Кравчук В., Баранов Г., Комісаренко О., Іванюта М. Парадигма технології точного (керованого) землеробства в умовах глобальних загроз. / Науково-технічні засади розроблення, випробування та прогнозування сільськогосподарських техніки і технологій. УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого, Дослідницьке. 2022. С. 154-157.

2. Баранов Г. Л., Комісаренко О. С., Кравчук В. І., Іванюта М. В. Інформаційні технології. Проблеми агротехнологічного електронного

кортографування для отримання врожаїв рослинництва. Системи управління, навігації та зв'язку. Полтава: ПНТУ, 2002, №3(69). С. 49-53.

3. Введення у землеробську механіку. П.М. Василенка. За редакцією академіка УААН Л.В. Погорілого. Київ, Сільгоспосвіта. 1996. 252 с.

4. Нікола М. Трендов, Самуель Варас, Мен Цзен. Цифрові технології на службі сільського господарства та сільських районів довідковий документ. Продовольча та сільськогосподарська Організація Об'єднаних Націй, Рим, 2019. <https://www.fao.org/3/ca4887ru/ca4887ru.pdf>.

5. European Commission. 2019. 2nd Survey of Schools: ICT in Education (available at: <https://ec.europa.eu/digital-singlemarket/en/news/2nd-survey-schools-ict-education>)

6. GSMA. 2019a. The Mobile Economy. London: GSMA Intelligence.

7. ФАО, 2018. Стан справ у галузі продовольчої безпеки та харчування у світі. Підвищення стійкості до зовнішніх впливів з метою забезпечення миру та продовольчої безпеки. Рим. ФАО (розміщено за адресою: <http://www.fao.org/news/story/ru/item/1152210/icode/>)

УДК 631.3.06.001.66

## **ПОЛЬОВІ ВИПРОБУВАННЯ АГРЕГАТУ ДЛЯ ВНУТРІШНЬОГРУНТОВОГО КОМПЛЕКСНОГО МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ ҐРУНТУ З ОДНОЧАСНОЮ СІВБОЮ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР**

*Петриченко Є. А.*

*Уманський національний університет садівництва*

*Герук С. М.*

*Житомирський агротехнічний фаховий коледж*

Актуальність теми. Збільшення виробництва зерна є пріоритетним напрямом розвитку народного господарства і гарантією продовольчої безпеки держави. Вирішення цієї проблеми за рахунок подальшого розширення посівних площ озимої пшениці вже неможливе, адже призводить до погіршення структури її попередників і щорічного пересівання частини площ. Тому для стабілізації продовольчого ринку зерна виникла потреба в розширенні посівних площ ярої пшениці, а це вимагає розробки ефективних технологій її вирощування.

Метою роботи є поліпшення якості внесення мінеральних добрив і підвищення продуктивності агрегатів.

Результати досліджень. Останнім часом за кордоном багато фірм, особливо в Європі, почали створювати комбіновані агрегати, складені з



машин окремого призначення. В якості ґрунтообробної частини застосовують комбіновані машини для передпосівного обробітку ґрунту з набором пасивних робочих органів.

Комбіновані агрегати, складені з існуючих машин, мають ряд переваг. Це, по-перше, дає можливість їх роздільного використання на одноопераційних роботах з тракторами меншого класу. Крім того, роздільне використання дозволяє збільшити їх річне завантаження. По-друге, для складання комбінованих агрегатів не потрібно створювати нові машини, а досить виготовити лише пристрої для їх з'єднання (автозчеплення, причепи тощо). Основним їх недоліком є громіздкість і матеріаломісткість, ними неможливо завантажити енергонасичені трактори та енергозасоби.

Для дослідження процесу сівби зернових культур і внесення мінеральних добрив стартової і основної дози, які суміщені із сівбою зернових культур, розроблено польову експериментальну установку – комбінований удобрювально-посівний агрегат у складі двох зерно-тукових сівалок. Нами створено агрегат для внутрішньогрунтового комплексного мінерального удобрення ґрунту з одночасною сівбою сільськогосподарських культур, що включає сівалку з сошниками для внесення у ґрунт основної дози мінеральних добрив та сівалку сільськогосподарських культур з пристроєм для внесення у ґрунт стартової дози мінеральних добрив. Сівалка сільськогосподарських культур приєднана до рами сівалки для внесення добрив сницею з вертикальним шарніром, вісь якого розміщена на відстані, що дорівнює половині ширини міжряддя, створеного суміжними сошниками сівалки для внесення добрив від середньої лінії, що проходить паралельно напрямку робочого руху агрегату і рівновіддалена від країв нерухомо закріпленого направляючого елемента з отвором між сошників сівалки для внесення добрив. До рами сівалки для внесення добрив нерухомо закріплений направляючий елемент з отвором, вісь якого паралельна до середньої лінії і перетинається з віссю вертикального шарніра, а в отворі направляючого елемента встановлений блокуючий повзун, який штангою кінематично зв'язаний з механізмом підйому сошників сівалки для внесення добрив. До сниці сівалки сільськогосподарських культур нерухомо закріплений фіксуєчий елемент з отвором, ідентичним отвору направляючого елемента і співосного з ним в робочому стані агрегату.

Така конструкція дає можливість вносити насіння посередині міжрядь внесеної у ґрунт основної дози мінеральних добрив.

При проведенні польових експериментальних досліджень шляхом хронометражу та спеціально проведених вимірювань із застосуванням рулетки були також визначені деякі маневрові та експлуатаційні показники даного удобрювально-посівного машинно-тракторного агрегату.

Зазначені результати польових експериментальних досліджень



підтверджують доцільність суміщення технологічних операцій в одному проході комбінованого удобрювально-посівного машинно-тракторного агрегату.

Таблиця – Технологічні та експлуатаційні показники комбінованого удобрювально-посівного агрегату

Показник	Значення
Радіус повороту, м	6,5-8,9
Тривалість розвороту, с	18,4...24,7
Середня швидкість на поворотній смузі, м/с	1,78
Середнє відхилення траєкторії другої сівалки відносно траєкторії першої, см	
-при робочому ході	3,6
-при повороті	23,7
Питомі витрати палива, л/га	3,77
Коефіцієнт використання часу зміни	0,85

В результаті польових експериментальних досліджень встановлено, що при застосуванні комбінованого посівного агрегату для одночасної сівби із внесенням стартової і основної дози мінеральних добрив врожайність ярої пшениці складає 56,4 ц/га, а ячменю – 57,3 ц/га. При цьому, у порівнянні із застосуванням суцільного внесення стартової норми мінеральних добрив розкидним способом, передпосівної культивуації та комбінованої сівби з одночасним внесенням основної норми добрив врожайність ярої пшениці збільшилася на 5,1 ц/га, а ячменю – на 6,7 ц/га. Збільшення ж врожайності при модернізованій схемі сівби у порівнянні із сівбою без внесення мінеральних добрив складає відповідно для ярої пшениці – 6,9 ц/га, а для ячменю – 10,6 ц/га.

Висновки. 1. На основі проведених лабораторно-польових експериментальних досліджень впливу швидкості руху комбінованого посівного агрегату, глибини висіву насіння і глибини закладання мінеральних добрив у ґрунт на рівномірність розподілу насіння і добрив вздовж рядка, а також відхилення глибини висіву посівного матеріалу від встановленої норми та відхилення укладання насіння і добрив на дно борозни від осі рядка отримано рівняння регресії та обґрунтовано раціональні значення параметрів сівби насіння ячменю комбінованим удобрювально-посівним машинно-тракторним агрегатом: – швидкість руху агрегату – 2,5...3,0 м/с; – глибина висіву насіння – 4...5 см; – глибина закладання добрив у ґрунт – 8...9 см.

2. В результаті польових експериментальних досліджень встановлено, що при застосуванні комбінованого удобрювально-посівного агрегату для

одночасного сівби із внесенням стартової і основної норми мінеральних добрив врожайність ярої пшениці збільшилася на 5,1 ц/га, а ячменю – на 6,7 ц/га у порівнянні із застосуванням суцільного внесення стартової норми мінеральних добрив розкидним способом, передпосівної культивуації та комбінованої сівби з одночасним внесення основної норми добрив. У порівнянні із сівбою без внесення мінеральних добрив врожайність ярої пшениці збільшилася на 6,9 ц/га, а ячменю – на 10,6 ц/га. Отримані результати польових досліджень підтверджують доцільність суміщення технологічних операцій сівби насіння зернових культур із внутрішньогрунтовим внесенням стартової і основної норми добрив в одному проході комбінованого удобрювально-посівного машинно-тракторного агрегату.

3. В результаті розрахунків встановлено, що загальний економічний ефект від використання комбінованого посівного агрегату із урахуванням ефекту від збільшення врожайності складає 2688,00 грн/га при вирощуванні ярої пшениці і 3084,50 грн при вирощуванні ячменю.

Список використаних джерел

1. Самородов В. Перспективний напрямок створення комбінованих та ширококозахватних МТА. Техніка АПК. 2006, №4. С. 6-9.

2. Kyurchev V. Technical change and financial efficiency: plowing-rotary tractors in Ukraine. Journal of Finance and Accounting (USA). 2014. № 2(1). p.p. 8-12.

3. Погорілий Л. Технічні і технологічні аспекти розвитку комбінованих зернових сівалок. Техніка АПК. 2003. №2. С. 4-6.

УДК 631.3.06.001.66

## ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СУЧАСНОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ

*Диня В. І.*

*Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України «Бережанський агротехнічний інститут»*

Технології обробки ґрунтів і підвищення їх врожайності є одним з найбільш історичних та перспективних процесів господарської діяльності, тому найбільш помітне використання сучасних технологій саме в цьому напрямку. Сучасні технології обробітку ґрунтів в основному включають такі етапи робіт: створення електронних карт полів; створення бази даних

на кожне поле (площа, агрохімічні та агрофізичні властивості, урожайність, степінь розвитку полів та інші); проведення аналізу за допомогою програмного забезпечення та наведення наочних форм для прийняття рішень на кожному досліджуваному полі. Одним із основних завдань польових ґрунтових досліджень є вибір місць відбору проб, так званих точок копання. Для цього доводилось неодноразово виїжджати на місце обстеження з метою детального вивчення місцевості. А на підготовчому етапі проводився аналіз топографічних карт.

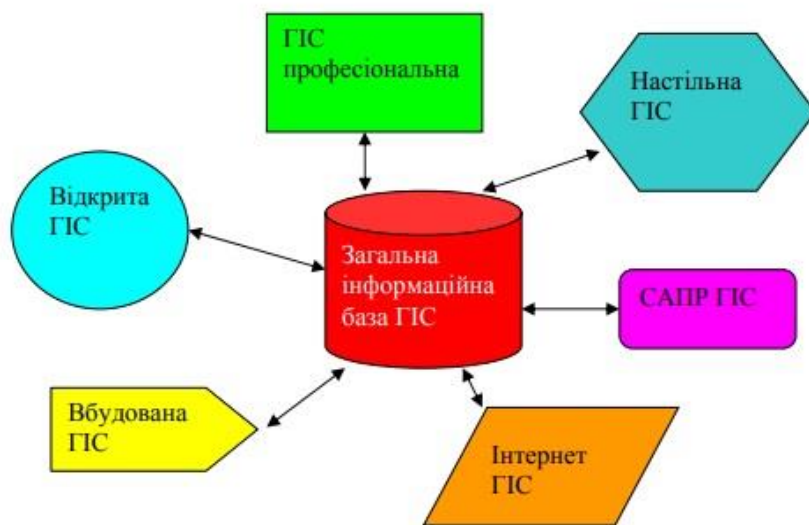


Рис. 1. Використання геоінформаційних систем.

Звичайно, механізація та нові технології значно підвищили продуктивність праці, при чому, сьогодні і у нас зустрічаються цікаві проекти, які піднімають сільськогосподарське виробництво на якісно новий рівень. Впровадження геоінформаційних (далі ГІС) – технологій в сучасне виробництво сільськогосподарських культур починається з перепису наявних виробничих ресурсів та створення бази даних (БД). Оскільки основним ресурсом в сільському господарстві є земля, то така БД обов'язково носитиме просторовий характер. Звичайно, можна пронумерувати поля і вести у базу даних їх характеристику в табличному вигляді, або на папері, межі полів можна закріпити на схемі і використовувати її для ілюстрації. Але така технологія не досконала. Внесення навіть простих змін в таку документацію вимагає багато ручної праці. Чим довше проводяться такі записи, тим більша ймовірність появи в ній помилок, особливо якщо правки вносять різні фахівці. Часовий і просторовий аналіз даних практично не можливий. Однак, для країн, які вступають в Європейське Співтовариство, існує обов'язкова вимога функціонування національної Єдиної системи (IACS) адміністративного управління, яка включає дані по всіх земельних ділянках і

землекористувачах. Така система просто необхідна для ефективної реалізації програм субсидування виробників сільгосппродукції і контролю за використанням цих субсидій, сума яких по Євросоюзу складає декілька десятків мільярдів євро.

У США велике число подібних і інших сільськогосподарських програм і проектів, заснованих на використанні інформаційних технологій, серед яких особливе місце відводиться ГІС. Впровадження таких технологій дозволяє не тільки значно спростити формування інформаційних баз даних і понизити вірогідність виникнення помилок, але і упровадити нові методи підтримки ухвалення управлінських рішень на основі аналізу даних і, зрештою, підняти продуктивність праці та врожайність. Оскільки практично вся інформація про ресурси сільського господарства має просторову прив'язку, очевидно, що в якості базових інформаційних технологій краще всього використовувати геоінформаційні системи. Звичайно, це не означає, що ніякі інші технології тут не потрібні. Насправді, головна перевага сучасних засобів побудови ГІС – у їх відкритості і сумісності з іншими інформаційними технологіями і системами обробки даних.

З появою та розвитком геоінформаційних технологій помітно спростився та прискорився процес проведення ґрунтових досліджень, можливість точно змоделювати аналізовану поверхню дозволяє суттєво скоротити терміни та обсяги робіт і, як наслідок, матеріальні витрати, таким чином застосування геоінформаційних технологій дає ефективний результат як в теоретичному, так і в практичному веденні сучасного землеробства.

#### Список використаних джерел

1. Геоінформаційні системи – технологи у рослинництві. URL: [https://pidru4niki.com/78592/agropromislovist/tehnologi\\_roslinnitstvi](https://pidru4niki.com/78592/agropromislovist/tehnologi_roslinnitstvi). (дата звернення 5.09.2023)
2. Bidolakh D. I., Duny V.I. Soil mapping as one of the means of optimizing precision agriculture. Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького. Серія: Сільськогосподарські науки, 2022, т 24, № 97. С. 181-190.
3. Морозов В. В., Лисогоров К. С., Шапоринська Н. М. Геоінформаційні системи в агросфері. Херсон, Вид-во ХДУ, 2007. 223 с.
4. Георгі А. О., Рибалко С. В., Опара В. М. Геоінформаційне забезпечення автоматизованого створення ґрунтових карт. Вісник ХДАУ. 1999. Вип. 2. С. 10-15.

УДК 631.31

## **АНАЛІЗ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ КРІПЛЕННЯ ЗМІННИХ ЗНОСОСТІЙКИХ ЕЛЕМЕНТІВ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ**

*Василенко М. О., Буслаєв Д. О., Калінін О. Є., Кононогов Ю. А., Батуревич Є. О.  
Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва  
Національної академії аграрних наук*

Постановка проблеми. Робочі органи відносяться до найбільш швидкозношуваних деталей технічних засобів для обробітку ґрунту, що працюють в жорстких умовах абразивних та ударних навантажень та потребують підвищення довговічності.

Аналіз останніх досліджень. Для підвищення довговічності робочих органів найбільш широке розповсюдження отримало напавлення твердих сплавів [1-4]. Напавлення твердими сплавами, у склад яких входять карбіди тугоплавких елементів, підвищує зносостійкість деталей у 2–4 рази. Процес проводиться дуговими способами, при цьому основного металу в напавленому складає 20–50 %, що забезпечує міцнісні характеристики з'єднання основного металу з напавленим [1, 2].

Застосування змінних зносостійких елементів, виготовлених у тому числі з твердих сплавів (ВК8, ВК13), надасть можливість підвищити довговічність деталей у 2–5 разів у порівнянні з напавленням їх твердими сплавами. Водночас основна частина робочого органа (остов) зможе експлуатуватися триваліший час, а витрати на запасні частини в цьому випадку будуть зводитися до витрат на заміну зношених елементів.

Відомі фірми–виробники ґрунтообробної техніки (Lemken, Horsch, Vednar та ін.) все більше застосовують велику гаму зносостійких елементів для робочих органів технічних засобів для обробітку ґрунту з карбиду вольфраму.

Мета досліджень. Визначити найперспективніший матеріал за аналізом матеріалів для кріплення змінних зносостійких елементів робочих органів технічних засобів для обробітку ґрунту.

Результати досліджень. Для кріплення змінних зносостійких елементів, виготовлених з твердих сплавів, зокрема карбиду вольфраму, використовуються способи напаювання та приклеювання.

При напаюванні твердих сплавів використовують мідно-цинковий припій ПрМНМц68-4-2 та срібний припій ПСр 37,5, що забезпечують високу міцність, пластичність та герметичність з'єднання [3, 4].

Для приклеювання твердих сплавів використовують клеєві композиції ВК-36 та КМКС-18Т, які мають підвищені пружно-міцнісні властивості [3].

У таблиці приведено дані щодо міцності на зсув матеріалів, що використовуються для кріплення зносостійких елементів.

Таблиця – Матеріали для кріплення змінних зносостійких елементів робочих органів технічних засобів для обробки ґрунту

Назва матеріалу	Тип матеріалу	Міцність на зсув, МПа
ПрМНМц68-4-2	мідно-цинковий припій	264–282
ПСр 37,5	срібний припій	304–343
ВК-36	клеєва композиція	41–50
КМКС-18Т	клеєва композиція	40–42

Висновок. За результатами аналізу матеріалів для кріплення змінних зносостійких елементів встановлено, що одним із найперспективніших матеріалів є срібний припій ПСр 37,5, який має найкращий показник за міцністю на зсув завдяки додатковому введенню до складу припою *Mn* та *Ni*.

Список використаних джерел

1. Степанчук А. М., Білик І. І., Бойко П. А. Технологія порошкової металургії. Київ, 1989. 415 с.

2. Ющенко К. А., Борисов Ю. С., Кузнецов В. Д., Корж В. М. Інженерія поверхні. Київ, 2007. 559 с.

3. Василенко М. О., Бусласв Д. О., Калінін О. Є., Кононогов Ю. А. Обґрунтування способів та матеріалів для кріплення змінних зносостійких елементів до поверхонь ґрунтообробних робочих органів для підвищення їхньої довговічності. Механізація та електрифікація сільського господарства: міжвідом. темат. наук. зб. Глеваха, 2018. Вип. № 8 (107). С. 190-197.

УДК 664.12

## СТАН І НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ ВІДНОВЛЕННЯ ТА ЗМІЦНЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ЦУКРОВОГО ВИРОБНИЦТВА

*Білецький В. Р., Сікун В. С.*  
*Поліський національний університет*

Підвищення терміну експлуатації технологічного обладнання цукрового виробництва шляхом відновлення зношених деталей є основним

резервом економії матеріальних, трудових і паливно-енергетичних ресурсів в умовах подорожчання.

Аналіз технології ремонту зношених деталей технологічного обладнання, а також питання відновлення і зміцнення деталей отримали певний розвиток і обґрунтування. Провідні вчені у своїх роботах вказують, що основною причиною, яка спричиняє необхідність ремонту устаткування, є інтенсивне зношування робочих поверхонь деталей.

За даними багатьох досліджень, знос різних груп деталей технологічного обладнання перебувають у межах 0,01-10 мм, причому у близько 85% деталей, що підлягають відновленню, він не перевищує 0,6 мм.

Тому особливість технологічного процесу відновлення, на відміну від виробництва нових деталей, полягає в розробленні технологічних операцій нанесення зносостійких покриттів на зношені поверхні.

У промислових умовах розроблено та реалізовано десятки способів відновлення зношених деталей. При цьому вибір найбільш раціонального методу відновлення полягає в технічному, економічному, екологічному та організаційному аналізах технологічних можливостей того чи іншого методу.

Якість відновлення зношених деталей значною мірою залежить від відповідності застосовуваних методів усунення дефектів.

Розроблені методи відновлення забезпечують надійну роботу відновлених деталей протягом терміну служби технологічного обладнання, а в деяких випадках збільшують цей термін.

Численність методів відновлення пояснюється різноманітністю дефектів деталей, для усунення яких вони застосовуються. Це створює можливість використання в покриттях матеріалів, що мають більшу зносостійкість, ніж основний матеріал деталей.

Результати аналізу показують, що близько 25% технологічного обладнання цукрового виробництва відремонтовано з порушеннями стандартів і технічних вимог. Це викликає численні нарікання з боку компаній, які відмовляються від послуг технічного сервісу і проводять ремонт технологічного обладнання власними силами. Обстеження, проведені на підприємствах цукрового виробництва, показали, що понад 60% встановленого технологічного обладнання потребує заміни.

Вирішення проблеми створення високоефективних технологій відновлення зношених деталей технологічного обладнання залежить від об'єктивної оцінки технічного стану. Така оцінка особливо важлива на стадії розроблення нових технологічних процесів.

На цукровому виробництві з усіх способів відновлення деталей технологічного обладнання найширше застосування знайшли механізовані методи зварювання та наплавлення. Нині понад 70% деталей обладнання бурякоцукрового виробництва відновлюють різними способами:

електролітичне осадження покриттів; газотермічні методи нанесення покриттів; електроіскрова обробка та ін.

Електролітичне осадження покриттів. Для відновлення і зміцнення деталей, що мають невелике зношування, великого значення набувають способи, які дають змогу наносити покриття з мінімальним перемішуванням або без перемішування з основним металом під час впливу на деталь нижчою температурою. Завдяки простоті та доступності обладнання, такий спосіб можна використовувати в усіх ланках ремонтного виробництва: від механічних майстерень цукрових заводів до спеціалізованих цехів заводів виробників технологічного обладнання.

Особливу цінність для ремонтного виробництва становлять металокерамічні сполуки, наприклад, електролітичного заліза з оксидом алюмінію, карбідом бору тощо. Зносостійкість таких покриттів у багато разів перевищує зносостійкість середньовуглецевої сталі, загартованої нагріванням струмами високої частоти. Один з основних напрямків підвищення якості відновлення зношених деталей – застосування прогресивних технологій і якісно нових матеріалів з використанням полімерних і композиційних матеріалів і покриттів. Використання полімерних матеріалів дає змогу уникнути складних технологічних процесів ремонту, таких як зварювання, наплавлення, гальванічні процеси.

Нині для отримання або відновлення захисних покриттів використовують полімерні композиції. Вибираючи відповідним чином, полімер і наповнювач, можна в широкому спектрі змінювати фізичні властивості покриттів. У такий спосіб можливо отримувати покриття твердістю до 24 МПа і товщиною до 10 мм за теплостійкості до 80°C. Під час відновлення деталей технологічного обладнання найефективнішими є покриття з різними поєднаннями компонентів типу металокераміка.

Нині перспективи підвищення надійності відновлюваних деталей пов'язують із застосуванням газотермічних методів нанесення покриттів.

Газотермічне напилення – це отримання покриттів із нагрітих і прискорених із застосуванням високотемпературного газового струменя частинок напилюваного матеріалу, під час зіткнення яких з основою або напиленим матеріалом відбувається їхнє з'єднання шляхом металургійної взаємодії та механічного зчеплення.

Перспективність застосування газотермічних способів нанесення покриттів полягає в такому:

1. Наносити покриття з різних матеріалів (кольорових металів і сталей, сплавів і оксидів, карбідів, пластмас, органічних сполук та їх композиції).

2. Мала потреба в матеріалах для покриттів, оскільки їхня товщина зазвичай становить 100-500 мкм. У цьому випадку для покриттів можна



використовувати більш стійкі, більш дорогі і дефіцитні матеріали, що підвищує надійність машин.

3. Висока продуктивність процесу.

4. Автоматизація процесу, це важливо для нанесення покриттів у камерах з контрольованим тиском.

Газополум'яне напилення. Завдяки простоті та доступності обладнання, а також надійності процесу, газополум'яний спосіб знайшов широке застосування в ремонтному виробництві. До переваг методу слід віднести високий коефіцієнт використання матеріалу, а до недоліків - низьку продуктивність процесу; наявність у струмені активних газів, які взаємодіють із металевими матеріалами; низьку якість покриттів із порошкових матеріалів.

Плазмове напилення. Характерною відмінністю процесу є висока температура в плазмовому струмені та більш високі швидкості польоту частинок. Ці особливості дають змогу регулювати властивості покриттів.

Плазмовим напиленням отримують покриття навіть із найбільш тугоплавких матеріалів. Головними перевагами плазмового напилення є: висока продуктивність; універсальність за матеріалом, що наноситься; гнучке регулювання процесу напилення і якості напилених покриттів; досить високі значення коефіцієнта використання матеріалу (0,2...0,8 при нанесенні порошкових матеріалів); механізація, автоматизація та роботизація процесу; економічність і невисока вартість застосовуваного обладнання.

До недоліків цього способу належить низька міцність зчеплення покриття з основою (40...60 МПа), що не дає змоги відновлювати широку номенклатуру зношених деталей, які працюють в агресивних і абразивних середовищах.

УДК 665.75

## **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТРИБОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛЬНОГО З ПРИСАДКОЮ ПТЛМ**

*Білецький В. Р., Заречний А. А.  
Поліський національний університет*

У таблиці 1 представлено результати дослідження трибологічних характеристик дизельного пального ДСТУ 305 і дизельного пального з присадкою ПТЛМ у концентрації 1-3% на автоматичному апараті для визначення змащувальної здатності дизельного пального за методом HFRR

(High Frequency Reciprocating Rig - HFRR). Оцінку змащувальної здатності досліджуваних зразків палива проводили за діаметром плями зносу. За результатами проведених досліджень зразків пального встановлено, середній діаметр плями зносу:

- при дизельному паливі ГОСТ 305. діаметр плями зносу – 534 мкм;
- за концентрації присадки ПТЛМ 1%, діаметр плями зносу – 440 мкм;
- за концентрації присадки ПТЛМ 3%, діаметр плями зносу – 452 мкм.

Найменший середній діаметр плями зносу 440 мкм, за концентрації присадки ПТЛМ у дизельному паливі 1%.

Таблиця 1 – Результати визначення плями зносу на машині HFRJR

Зразок	D <sub>зм</sub> , мкм			D <sub>ср</sub> , мкм	S, мкм
	1	2	3		
ДТ	541	537	528	535	6,346
1	438	444	441	441	2,649
2	439	450	449	446	3,607
3	456	452	448	452	2,651
Сума					

Результати експериментальних досліджень зміни діаметра плями зносу від концентрації присадки ПТЛМ описуються залежністю:

$$D_{зм} = 25,25\alpha^2 - 100,05\alpha + 529,95 \quad (1)$$

де  $\alpha$  – концентрація присадки ПТЛМ у дизельному паливі.

Для отримання функціональної моделі, що відображає залежність діаметра плями зносу від концентрації присадки ПТЛМ у дизельному паливі (табл. 2). перевіряли однорідність паралельних дослідів за критерієм Кохрена.

Критерій Кохрена дорівнює 0,1083.

Табличне значення за  $\alpha = 5$ ,  $f_1 = 2$  і  $f_2 = 6$  дорівнює 0,7808.

Розраховане значення критерій Кохрена не перевершує табличного, гіпотеза про однорідність дослідів приймається.

На рис. 1 представлено криву, що характеризує зміну діаметра плями зносу, залежно від концентрації присадки ПТЛМ у дизельному паливі.

Аналіз кривої показав (рис. 1), що за концентрації присадки ПТЛМ у паливі 1%, діаметр плями зносу найменший (440 мкм). При збільшенні концентрації присадки понад 1% діаметр плями зносу зростає на 2% і більше. Подібний ефект пояснюється тим, що за концентрації присадки ПТЛМ у дизельному паливі 1% на поверхні деталей утворюється стійкий шар мастила, який за збільшення концентрації присадки стає пухким, нестійким і деякі ділянки поверхні деталей оголюються. Отримані результати дослідження показують, що за концентрації в дизельному паливі присадки ПТЛМ у діапазоні від 1 до 3% змащувальні властивості палива задовольняють нормативні вимоги. Для оцінки концентрації присадки в

паливі необхідно провести додаткові дослідження зносостійкості деталей розпилювача форсунки.

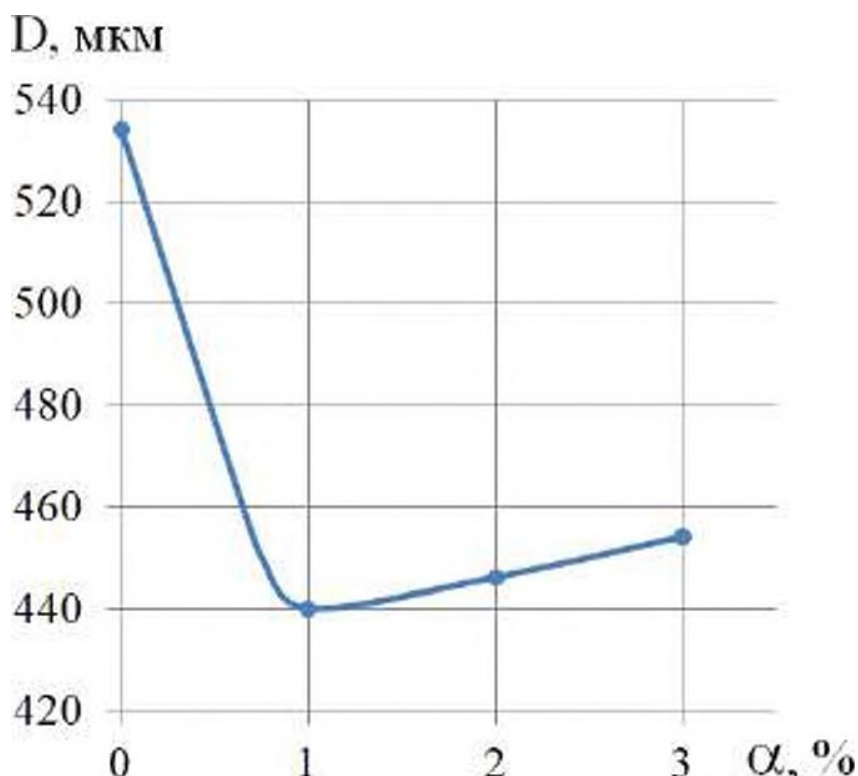


Рис. 1. Залежність діаметра плями зносу на пластині від концентрації присадки ПТЛМ.

Результати дослідження фізичних, експлуатаційних і протизносних властивостей дизельного пального з присадкою ПТЛМ у концентрації 1...3% представлені в табл. 2.

Таблиця 2 – Властивості дизельного палива з присадкою ПТЛМє

Властивості	ДТ	Концентрація присадки ПТЛМ, %		
		1	2	3
Щільність при 15 °С, кг/м <sup>3</sup>	870	866	868	869
Кінематична щільність, при 20 °С мм/с(сСт)	4,15	4,4	4,8	5,1
Діаметр плями зносу при 60°С, мкм	536	441	447	453

Номер зразка палива відповідає концентрації присадки ПТЛМ у паливі.

УДК 631.31

## **СТАН ПРОБЛЕМИ ДОСЯГНЕННЯ ЕФЕКТУ САМОЗАГОСТРЮВАННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ГРУНТООБРОБНИХ МАШИН**

*Борак К. В.*

*Житомирський агротехнічний фаховий коледж*

*Умінський О. В., Сидорчук-Шмідт С. Д.*

*Поліський національний університет*

У ґрунтообробних машинах різальні елементи робочих органів, від яких залежить якість та ефективність виконання технологічного процесу обробки ґрунту, мають найменшу надійність. Утрата працездатного стану робочих органів ґрунтообробних машин призводить до простою, що негативно впливає на валовий збір сільськогосподарської продукції. Основними причинами втрати працездатного стану робочих органів є знос і зміна геометричних параметрів різальних елементів (затуплення).

Затуплення різальних елементів робочих органів ґрунтообробних машин призводить до збільшення витрат пального внаслідок збільшення тягового опору агрегату та погіршення якості виконання технологічних операцій: зменшення глибини обробки; зменшення відсотка підрізання бур'янів; погіршення подрібнення рослинних решток та ін. Для забезпечення працездатного стану робочих органів ґрунтообробних машин необхідно, щоб протягом усього терміну експлуатації їхні різальні елементи зберігали форму, яка дозволить якісно виконувати технологічні операції.

Сутність ефекту самозагострювання полягає у вибіркового зношуванню неоднорідного по перерізу леза, при якому зберігається його необхідна форма і різальні властивості робочих органів. Дещо інше визначення принципу самозагострювання дав А. Ш. Рабінович: «самозагострювальним називається лезо, яке в процесі зношування зберігає достатню за міцністю та зносостійкістю товщину різальної кромки й оптимальний профіль, допустимі для виконання технологічних операцій».

Перші самозагострювальні робочі органи ґрунтообробних машин були розроблені в США ще в середині XIX століття. В нашій країні перші фундаментальні дослідження та розробка самозагострювальних різальних елементів робочих органів були проведені А. Ш. Рабіновичем.

На думку А. Ш. Рабіновича, для досягнення ефекту самозагострювання різальних елементів необхідно, щоб нижня фаска лемеша була твердішою, ніж верхня в декілька разів. Відповідно до здійснених досліджень уведено критерій самозагострювання:

$$\omega = \frac{\varepsilon_2 h_2}{\varepsilon_1 h_1}, \quad (1)$$

де  $\varepsilon_1$ ,  $h_1$  – зносостійкість і товщина наплавленого металу;  $\varepsilon_2$ ,  $h_2$  – зносостійкість і товщина основного металу.

У процесі обробки більшості ґрунтів для лемешів критерій самозагострювання становив  $\omega=1,5$ . Товщина наплавленого шару зазвичай не повинна перевищувати 2,5 мм, а твердість має бути 50...58 HRC. Це твердження не актуальне на сьогодні, оскільки твердість різальних елементів робочих органів ґрунтообробних машин може становити приблизно 60 HRC, тому необхідно уточнити зазначені раніше умови.

В. М. Ткачов визначив 4 умови самозагострювання лемішно-лапових робочих органів:

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

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

$$h_n = h_m K_n, \quad (2)$$

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

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

$$H_m = K H_n, \quad (3)$$

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

4. Зміцненню зазвичай повинна підлягати та грань леза, яка піддається найменшому зношуванню. Якщо ця умова не буде виконуватися, то інтенсивність зношування твердого й м'якого шару вирівнюється, що неминуче призведе до затуПЛення леза.

Нами висловлено сумніви щодо коректності формулювання 4-ої умови самозагострювання. При зміцненні поверхні, яка піддається найменшому зношуванню, несучий шар доволі швидко зношуватися, що призведе до виступу твердого шару. Взаємодіючи з твердими включеннями в ґрунті такий шар буде обломлюватися. Вибір боку зміцнення повинен ґрунтуватися на фізико-механічних властивостях ґрунтів та на умовах експлуатації, про що можуть свідчити рекомендації різних дослідників щодо вибору боку зміцнення стрілочастих лап культиватора для досягнення ефекту самозагострювання їх різальних елементів.

Слід також зазначити, що наявні роботи де досягнення ефекту самозагострювання відбувається одночасно з утворенням «пилоподібного» різального елемента робочих органів. Така форма дозволяє більш якісно

проводити технологічну операцію і зменшити тяговий опір робочих органів. Зважаючи на точковий спосіб нанесення зносостійкого матеріалу, такі робочі органи мають меншу зносостійкість порівняно з нанесеним суцільним шаром.

Один із сучасних підходів до проблеми досягнення ефекту самозагострювання різальних елементів та самоорганізації поверхні робочих органів ґрунтообробних машин використання під час їхнього проектування біологічного прототипу. Сьогодні створена ціла наука – біоніка (Bionics), яка використовує біологічні принципи для побудови технологічних систем.

Л. Ф. Бабицкий, І. В. Москалевич, І. В. Соболевський рекомендують для моделювання робочих органів ґрунтообробних машин використовувати в ролі біологічного прототипу рийні кінцівки землерийних комах і тварин, а також мешканців водного середовища. Уважають, що параметри робочих органів ґрунтообробних машин необхідно отримувати на основі моделювання з біологічного прототипу, який функціонує в певній системі. Для розроблення самозагострювальних робочих органів ґрунтообробних машин не потрібно буквально копіювати біологічні прототипи, оскільки в живій природі відсутні прототипи, які працюють в ідентичних умовах та режимах і мають такі ж цілі. Розробляючи самозагострювальні різальні елементи робочих органів ґрунтообробних машин, необхідно частково використати принципи із живої природи та врахувати досягнення інженерної науки.

Найсучаснішим рішенням, яке дозволяє досягати самозагострювання різальних елементів робочих органів машин або інструментів є використання «самозагострювальних» («Self-sharpening») матеріалів. На жаль, у сучасних реаліях використовувати самозагострювальні матеріали (на основі вольфраму) у виробництві робочих органів ґрунтообробних машин економічно недоцільно у зв'язку з їхньою високою вартістю.

У процесі аналізу робіт для досягнення ефекту самозагострювання різальних елементів робочих органів ґрунтообробних машин установлено:

- більшість праць присвячено вивченню ефекту самозагострювання різальних елементів лемішно-лапових робочих органів;

- у розробці самозагострювальних різальних елементів робочих органів ураховано тільки зношувальну здатність ґрунту в одному з його станів і не враховано можливості самоорганізації середовища ґрунту та зміну режимів експлуатації;

- рекомендації досягнення ефекту самозагострювання мають локальний характер, тобто можуть бути використані тільки для певних умов експлуатації;

- відсутній комплексний теоретичний підхід до розв'язання проблеми забезпечення ефекту самозагострювання робочих органів ґрунтообробних машин.

Ураховуючи недоліки попередніх досліджень, необхідно створити теоретичні основи та розробити науково обґрунтовані умови для досягнення ефекту самозагострювання різальних елементів робочих органів ґрунтообробних машин з урахуванням умов та режимів їх експлуатації.

Для вирішення цієї проблеми необхідно розв'язати наступні завдання: розробка теоретичних моделей самозагострювання різальних елементів робочих органів ґрунтообробних машин; побудова цільових функцій, пропонування критеріїв оптимальності й розробка методики оптимізації фізико-механічних властивостей матеріалів та геометричних параметрів різальних елементів робочих органів ґрунтообробних машин; запропонування технологічних і конструктивних методів для досягнення ефекту самозагострювання різальних елементів робочих органів ґрунтообробних машин; експериментальне підтвердження прийнятих теоретичних положень.

УДК 631.3

## **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ НА ЗНОШУВАННЯ ВІДНОВЛЕНИХ ЛЕМІШІВ**

*Тіхонов О. В., Горшков М. В.  
Державний біотехнологічний університет*

Отримані в лабораторних умовах дані не можуть служити остаточним результатом в комплексі проведених досліджень, т. я. служать для попереднього визначення можливостей повторно зміцнених ресорно - пружинних сталей. Крім того, лабораторні випробування не дозволяють отримати ряд параметрів, властивих реальним деталям, наприклад величин ресурсу. Проте, такі результати сприяють звууженню масиву досить дорогих натурних випробувань.

Польові випробування були спрямовані на вирішення наступних питань: перший – виявлення характеру залежності між твердістю термозміцнених доліт з ресорно-пружинних сталей [1, 2] і їх зносостійкість (на прикладі сталі 65Г); вихідними даними для досліджень служили початкові результати, що відображають залежність твердості від температури, з якої проводиться термообробка (табл. 1).

В результаті проведених випробувань встановлено прямопропорційна залежність між зносом (I) і напрацюванням (T) для всіх дослідчених деталей

незалежно від їх твердості (рис. 1). Отримані дані підтверджують дослідження фахівців в області абразивного зношування і вказують, що прямолінійний характер  $I=f(T)$  також притаманний подальшому дослідженню. Наведені результати говорять про єдиний механізм абразивного зношування, незалежно від методів і умов проведення випробувань.

Таблиця 1 – Температура гарту і твердість після термообробки.

Вид термічної обробки	Відпал	Загартування з охолодженням у воді						
№ зразка	1	2	3	4	5	6	7	8
Температура, °C	850	740	780	790	800	820	840	870
HRC	24,3	29,6	38,4	43,2	49,8	53,7	54,8	57,9

Величина твердості, відповідно до рис. 1, впливає на початок помітного зношування долота, при цьому знос заглиблюючої частини ( $I = 7-17$  мм) можна зафіксувати вимірювальним інструментом відповідно до методики. Так, для доліт з твердістю 24 - 38HRC  $I$  стає помітний при напрацюванні від 0,55 до 0,80 га, в свою чергу, для HRC 43 - 57 ця величина складає 1,60-1,80 га. Має місце чіткий розподіл настання явного зношування для конкретних груп значень HRC (рис. 1). Таке явище пояснюється різким розходженням опірності дряпання утворилися структурних складових.

Відмітною ознакою наведених на рис. 1 прямих є їх різний кут нахилу до осі абсцис, збільшення якого вказує на зростання інтенсивності зношування заглиблюючої частини леміша.

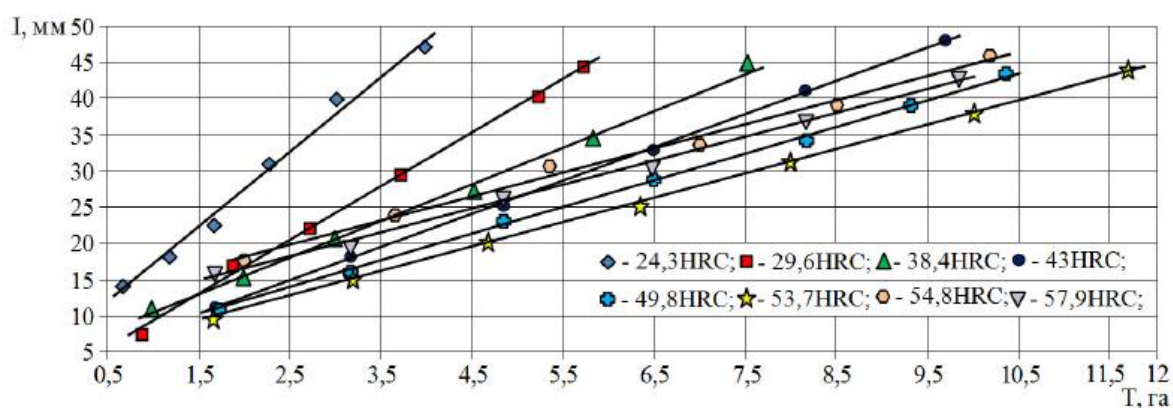


Рис. 1. Залежність між зносом і напрацюванням для лемішів з долотами різної твердості.

Виходячи з отриманих результатів, слід, що збільшення твердості більше 53-54 HRC при повторному термозміцненні не приводить до підвищення абразивної зносостійкості. Оптимальною є повторна гарт у воді сталі 65Г від температур 820-840 °C, що забезпечує твердість 53-54 HRC.



#### Список використаних джерел

1. Тіхонов О. В., Горшков М. В. Вплив повторної термічної обробки на твердість попередньо термозміцнених ресорно-пружинних сталей. XIX-й Міжнародний форум молоді «МОЛОДЬ І ІНДУСТРІЯ 4.0 В XXI СТОЛІТТІ». Збірка матеріалів форуму. Харків: ДБТУ, 2023. С. 115.

2. Фоменко Д. С. Технологія відновлення ресорних листів транспортних засобів. XIV-й Міжнародний форум молоді «Молодь і сільськогосподарська техніка у XXI сторіччі». Збірка матеріалів форуму. Харків: ХНТУСГ. 2018. С. 176.

УДК 621.436

### УЛЬТРАЗВУКОВА ОБРОБКА ВАЖКОГО ПАЛИВА

*Грабар І. Г., Нахаєв М. П.  
Поліський національний університет*

Нині дедалі більша кількість дизельних енергетичних установок переходять на використання важких сортів палива. Цей вид палива потребує додаткової обробки перед його спалюванням у двигуні або котельній установці. Це пов'язано зі значними відмінностями його від палива, що має легший фракційний склад. Важке паливо за однакової температури має більшу густину і в'язкість, а також більший вміст сірки, асфальто-смолистих речовин, води і механічних домішок. Використання цих сортів палива істотно впливає на збільшення зносу деталей циліндропоршневої групи і паливної апаратури дизелів, збільшенню нагару і кількості шламу під час паливопідготовки.

Основним методом паливопідготовки нині є сепарація і фільтрація. Але в такому разі мають місце значні втрати горючих асфальто-смолистих речовин, тобто відбувається зниження ефективності паливо-використання. Такі втрати горючих речовин у вигляді шламу створюють додаткові проблеми, пов'язані з утилізацією відходів і насамперед з охороною навколишнього середовища. Тому важливим завданням є вдосконалення систем підготовки важкого палива, що виключають або зводять до мінімуму втрати асфальто-смолистих речовин, а також підвищують економічність і ресурс дизелів. За результатами численних досліджень одним із перспективних методів додаткової обробки палива є застосування методу ультразвукової обробки.

Ультразвукова обробка рідин заснована головним чином на виникненні кавітації. За певних умов поширення ультразвукових коливань у рідкому середовищі відбуваються стиснення і розтягування, що

чергуються з частотою коливань, що проходять. У момент розтягування в крапельній рідині утворюються порожнини, заповнені газом, паром або їхньою сумішшю (так звані кавітаційні бульбашки). У момент стиснення бульбашки захлопуються, внаслідок чого виникають ударні хвилі з великою амплітудою тиску. Ці механічні зусилля і є причиною руйнівної дії ультразвуку. Енергія схлопування бульбашок, посилена ультразвуковими хвилями, дає змогу руйнувати всі відомі матеріали. Температура всередині кавітаційних бульбашок може досягати 1500°C при тиску від 20 МПа до 150 МПа.

Дослідження, проведені після процесу ультразвукового кавітаційного оброблення, підтверджують глибокі структурні зміни в молекулярному складі вуглеводнів. Навіть проста деполімеризація будь-якого рідкого палива вже прирівнюється до його активування, що істотно покращує повноту згоряння палива, знижує шкідливі викиди, збільшує економічність двигуна і його ресурс. Крім цього, кавітація супроводжується і частковим руйнуванням самих молекул, з утворенням вільних радикалів, які ще більше ініціюють процеси згоряння.

Таким чином, полегшений фракційний склад (за того самого типу повітряного потоку) не тільки полегшує пуск двигуна, а й робить згоряння пального рівномірним і повнішим. Як приклад можна навести експеримент, проведений Одеською національною морською академією щодо застосування ультразвуку для обробки палива.

Для цього експерименту використовували два однакові дизелі марки Г74 фірми, що мають номінальну потужність 1150 кВт, за частоти обертання колінчастого вала 500 об/хв. Використовувався генератор УЗДН-1УЧ2 з магніто-стрикційними випромінювачами в діапазоні частот 15...35 кГц.

Завданням дослідження було визначення зносу циліндрових втулок і верхнього поршневого кільця для "стандартного" пального, і пального, що піддалося додатковій обробці за допомогою ультразвукових хвиль.

Результати експерименту: зниження зносу (сірчистого) циліндрової втулки на 67% і масового зносу верхнього поршневого кільця на 72%, більш швидке досягнення значень постійного зносу, поліпшення стану деталей циліндропоршневої групи та газовипускної системи, зменшення нагару, зниження теплової напруженості та механічних втрат, поліпшення екологічних параметрів двигуна (зниження емісії NOx на 18%).

Крім цього, відомі особливості ультразвукової обробки стосовно дизельного палива. До них належать: поліпшення коефіцієнта фільтрованості на 20%, завдяки зниженню в'язкості; зниження граничної температури фільтрованості і температури застигання ДП, завдяки обробці парафінів; збільшення цетанового числа; збільшення міжремонтного періоду експлуатації двигуна і паливної системи, завдяки зниженню вмісту

домішок; зниження витрати пального, завдяки передполум'яній підготовці пального шляхом деполімеризації пального.

Основний вплив на рідину відбувається за рахунок кавітації, що виникає в процесі ультразвукової обробки. Тобто фактично відбувається подрібнення всіх механічних домішок (рис. 1) та інших щільних утворень, які є в цій рідині (паливі).

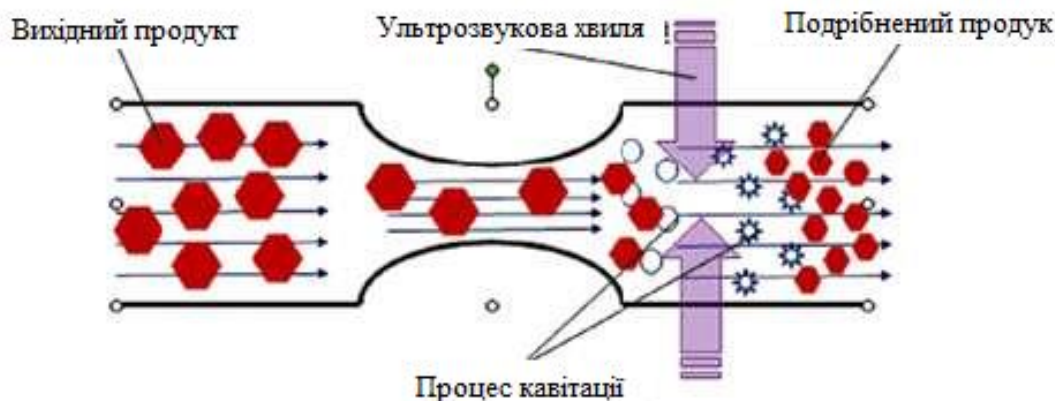


Рис. 1. Процес подрібнення домішок за допомогою ультразвукових хвиль.

Найцікавішими процесами є процеси ультразвукового емульгування (отримання емульсій) і диспергування (отримання тонкодисперсних суспензій). Ці процеси пов'язані зі збільшенням поверхні взаємодії і тому лежать в основі інтенсифікації безлічі інших процесів.

Крім подрібнення (диспергування і дезінтеграції) так само відбуваються процеси змішування і гомогенізації палива. За рахунок цих процесів досягається більш повна однорідність рідини (зокрема палива) за її об'ємом. При чому, утворена внаслідок обробки ультразвуком, емульсія зберігається тривалий час і не відбувається розшарування змішаних рідин. Стійкість до розшарування емульсій, отриманих в ультразвуковому реакторі, становить від кількох годин до кількох діб, а в окремих випадках навіть до кількох місяців.

Ультразвукові коливання забезпечують надтонке диспергування (не реалізоване іншими способами), збільшуючи міжфазну поверхню реагуючих елементів. Кавітація, що виникає під дією коливань у рідині, і найпотужніші мікропотоки, що супроводжують її, звуковий тиск і звуковий вітер впливають на прикордонний шар і "змивають" його. Таким чином, усувається опір перенесенню реагуючих речовин та інтенсифікується технологічний процес. Все це, безсумнівно, впливає на процес згоряння палива, що пройшло ультразвукову обробку.

УДК 621.43

## КОНСТРУКЦІЯ БІМЕТАЛІЗОВАНОЇ ГІЛЬЗИ ЦИЛІНДРІВ І РОБОТИ ПАРИ ТЕРТЯ "ПОРШНЕВЕ КІЛЬЦЕ-ГІЛЬЗА"

*Дерев'янка Д. А., Ящук В. О.  
Поліський національний університет*

Підвищення зносостійкості гільз циліндрів досягається за рахунок біметалізації поверхні тертя. Для цього в тілі деталі можуть бути виконані вставки, шари, канавки, пази та інше з матеріалу з іншими фізико-механічними властивостями, зазвичай у площині, непаралельній до площини тертя і напрямку руху деталей.

На внутрішній поверхні гільзи виконують канавки у вигляді замкнутих кілець, окремих одне від одного, з кутами підйому  $15^{\circ} \dots 20^{\circ}$  до діаметральної площини гільзи (рис. 1). Циліндропоршнева група містить гільзу 1, поршень 2, компресійні 3 і мастилознімне 4 поршневі кільця. На робочій поверхні гільзи 1 зустрічно виконані канавки з лівим 5 і правим 6 кутами підйому. Канавки 5 і 6 виконані у вигляді замкнутих кілець окремих одна від одної. Канавки 5 і 6 заповнені кольоровим металом – міддю 7. Кут підйому  $\alpha$  канавок  $17$  градусів до діаметральної площини гільзи 1. Канавки 5 і 6 у поздовжньому перерізі мають тороподібну форму. Величина максимальної відстані між першою і наступною канавками 5 і 6 не перевищує відстані між верхнім компресійним і нижнім мастилознімним поршневими кільцями. Циліндро-поршнева група працює таким чином. У процесі роботи двигуна внутрішнього згорання поршень 2 з кільцями 3 і 4 здійснює зворотно-поступальний рух вгору-вниз. При цьому кільця 3 і 4, рухаючись по робочій поверхні гільзи 1, пластичною деформацією знімають частину кольорового металу 7 з канавок 5 і 6 і "розмазують" його по робочій поверхні гільзи 1 від верхньої мертвої точки до нижньої мертвої точки. Цей процес відбувається протягом усіх тактів двигуна і триває доти, доки на робочій поверхні гільзи 1 не утвориться шар кольорового металу 7 певної товщини. Унаслідок цього процесу коефіцієнт тертя робочих поверхонь поршневих кілець 3 і 4 та робочої поверхні гільзи 1 знижується, а кільця 3 і 4 перестають знімати кольоровий метал 7 з канавок 5 і 6. У міру зменшення товщини "розмазаного" кольорового металу 7 з поверхні гільзи 1, коефіцієнт тертя між робочими поверхнями поршневих кілець 3 і 4 і робочою поверхнею гільзи 1 дещо збільшується. Одночасно починає підвищуватися й інтенсивність зняття поршневими кільцями 3 і 4 кольорового металу 7 з канавок 5 і 6, і процес "розмазування" кольорового металу 7 по робочій поверхні гільзи 1 повторюється.

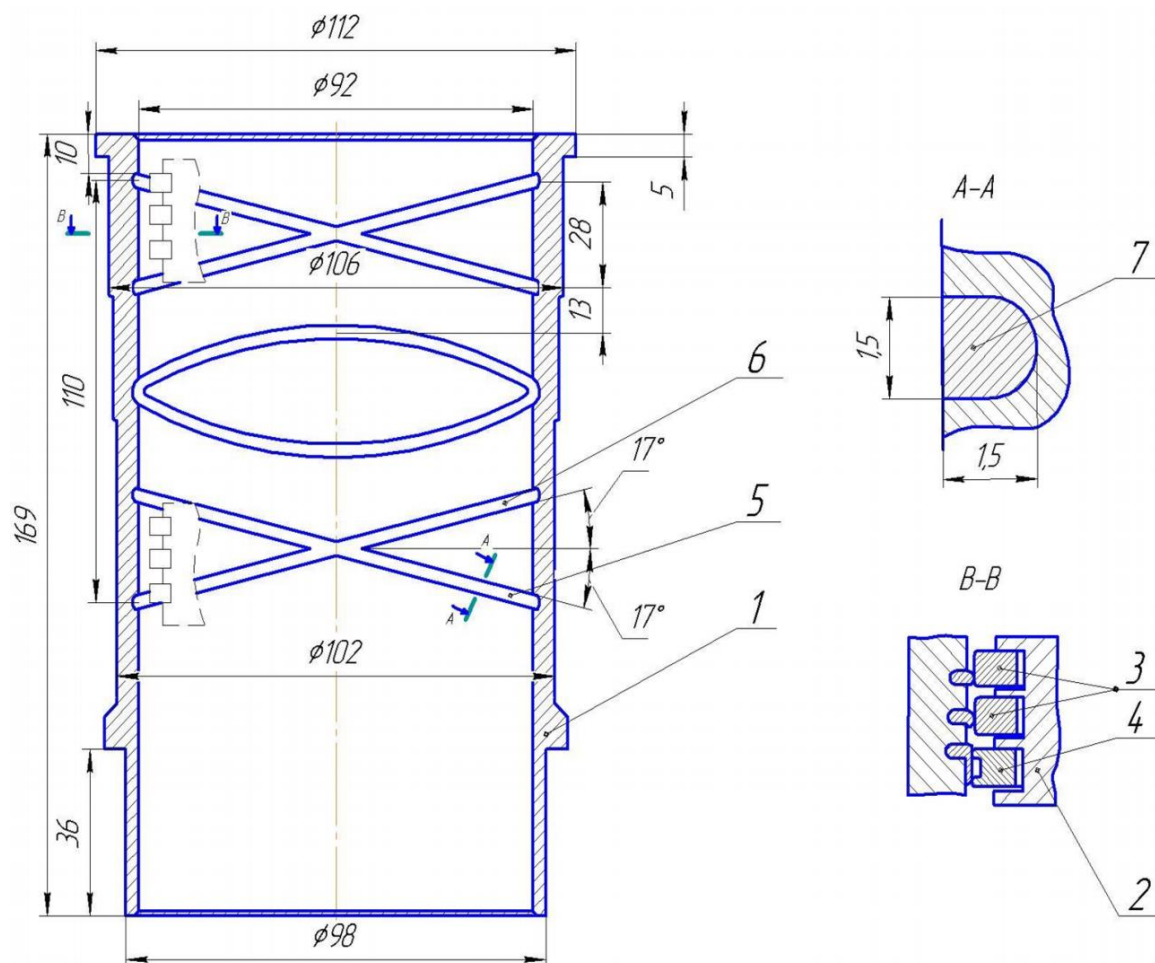


Рис. 1. Загальний вигляд біметалізованої гільзи циліндрів двигуна УМЗ-417.

Таким чином, процес нанесення шару кольорового металу 7 на робочу поверхню гільзи 1 супроводжує весь період експлуатації циліндро-поршневої групи ДВЗ.

Виконання кута підйому канавок у межах  $15^{\circ}$ ... $20^{\circ}$  до діаметральної площини гільзи, заповнених кольоровим металом (міддю), сприятиме утворенню на робочій поверхні гільзи захисної плівки, завдяки зворотньо-поступальному руху поршня в гільзі циліндра, і зниженню коефіцієнта тертя поршневих кілець об стінку гільзи циліндра.

Крім того, виконання канавок у вигляді окремих замкнутих кілець сприяє точності глибини їхньої нарізки, і, відповідно, збільшується рівномірність заповнення канавок кольоровим металом (міддю). Таке конструктивне виконання робочої поверхні гільзи циліндра дасть змогу підвищити якість роботи циліндро-поршневої групи, знизити коефіцієнт тертя між робочими поверхнями поршневих кілець і гільзи.

УДК631.365

## АНАЛІЗ ВІДОМИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ЕКСПОЗИЦІЄЮ СУШІННЯ

Дерев'яно Д. А., Онищук В. О.  
Поліський національний університет

Автоматизоване керування процесом сушіння підвищує культуру експлуатації та ККД сушильної установки, збільшує її продуктивність, покращує якість сушіння, підвищує надійність роботи, полегшує умови праці та дає змогу скоротити кількість персоналу, що обслуговує сушарку.

Автоматизацію шахтної сушарки розглянемо на прикладі сушарки СЗШ-16. Усі сушарки відрізняються від інших об'єктів керування великою кількістю вхідних і вихідних параметрів і складністю зв'язків між ними (рис. 1).

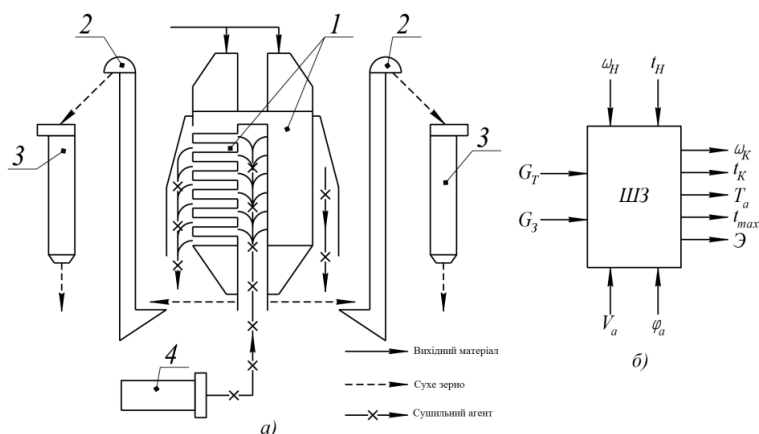


Рис. 1. Схема шахтної зерносушарки: а – функціональна; б – параметрична.

Головні вихідні параметри процесу – вологість і температура на виході із сушарки, а також деякий показник Е, що характеризує роботу зерносушарки. До числа параметрів, які безпосередньо впливають на регульовані параметри, відносять також температуру сушильного агента. Як регульовальні впливи використовують зміну подачі палива і зерна. Решта вхідних параметрів, зокрема початкові вологість і температура зерна, витрата сушильного агента і його вологість належать до групи збурливих впливів.

Шахтна сушарка, як об'єкт автоматизації, характеризується складною системою взаємних зв'язків між вихідними, регульовальними і збуджувальними впливами та регульованими параметрами. Структурну

схему об'єкта показано на рис. 2. Керування сушаркою має бути оптимальним з погляду обраного показника ефективності  $E$ .

Автоматичне регулювання температури сушильного агента здійснюють шляхом зміни подачі палива у форсунку топкового блоку (рис. 3) або зміною кількості зовнішнього повітря, що підсмоктується вентилятором. Передавальна функція об'єкта  $W_1(p)$  за каналом  $G_T$ - $T$  характеризується відносно невеликою постійною часу 260 с і запізненням 60 с.

Чутливий елемент регулятора може встановлюватися одразу після топкового блоку, тоді регулювати температуру сушильного агента по зонах сушіння можна здійснити зміною підсмоктування зовнішнього повітря.

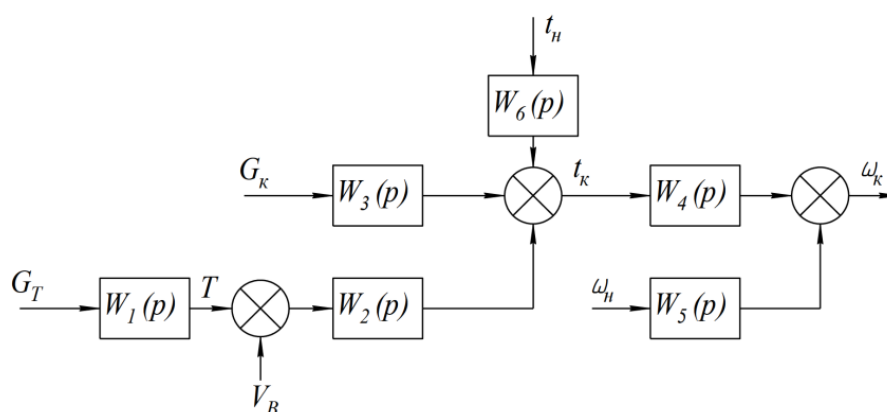


Рис. 2. Спрощена структурна схема шахтної зерносушарки, як об'єкта керування.

Завдання регулятора іноді доцільно коригувати залежно від вологості вихідного зерна. Автоматично регулювати максимально допустиму температуру нагрівання зерна можна шляхом підтримання температури сушильного агента в останній зоні сушіння, тобто в передостанньому ряді коробів сушильної камери, за рахунок зміни об'єму зовнішнього повітря, що підсмоктується вентилятором (рис. 3).

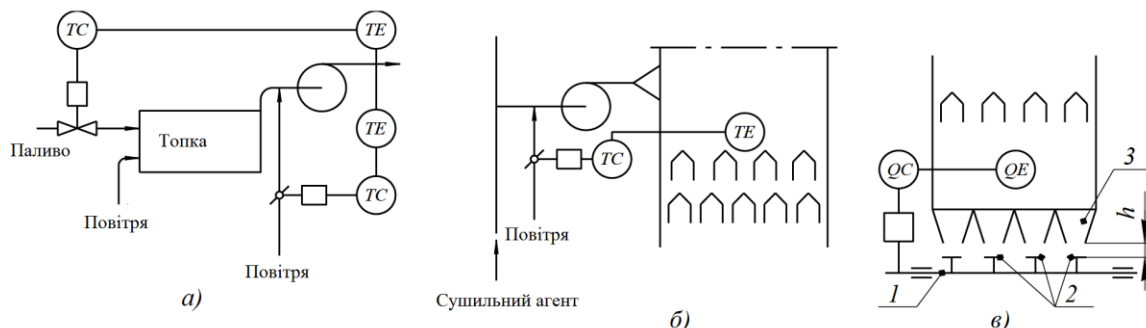


Рис. 3. Структурна схема систем регулювання температури: а – сушильного агента; б – максимальною температурою нагрівання зерна; в – кінцевою вологістю зерна.

Автоматичне регулювання вологості зерна можна здійснити шляхом зміни продуктивності сушарки, і зробити це можливо шляхом зміни положення випускного механізму (рис. 3). Найкращі можливості в цьому плані має випускний механізм сушарки СЗШ-16А, що розташований у нижній частині шахти. Він складається з таких елементів: каретки 1 із закріпленими на ній полицями 2, що перекривають перетин вихідних лотків 3 шахти. Продуктивність сушарки можливо регулювати таким чином, змінюючи зазор  $h$  між полицями та вихідними лотками. При цьому є потреба системи стабілізації рівня зерна в приймальному бункері за допомогою двопозиційного регулятора, що керує норією завантаження. Контроль рівня при цьому здійснюють на приймальному бункері двома датчиками рівня мембранного типу.

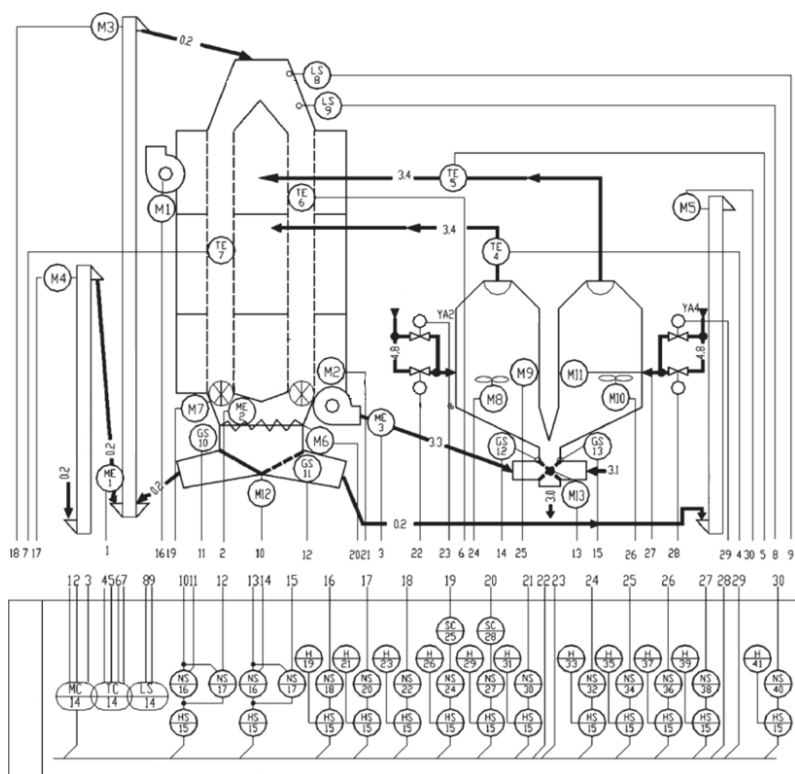


Рис. 4. Схема автоматизації сушарки СЗК-8: 0.2 – зерно; 4.8 – паливо.

Контроль кінцевої вологості зерна здійснюється за допомогою діелькометричного та кондуктометричного вологоміра. В одному і в іншому випадках потрібне коригування отриманих даних приладу залежно від температури зерна. Комбінований перетворювач, який вимірює обидва параметри, встановлюється в потоці зерна нижче від зони нагрівання. Результати, отримані під час вимірювання вологості зерна на вході в сушарку, можуть використовуватися в системі комбінованого регулювання для корекції керуючого впливу. У вологомірів, що випускаються серійно, є



складнощі в налаштуванні їх, необхідності проводити корекцію не тільки за температурою, а й за видом і сортом зернобобових культур.

Автоматизацію колонкових сушарок розглянемо на прикладі зерносушарки СЗК-8 з можливістю рекуперації тепла (рис. 4).

Топкові агрегати АТ-0,3 у складі сушарки СЗК-8 мають автономне керування, що автоматично забезпечує пуск і здатне підтримувати температуру теплоносія на заданому рівні (у межах 40...100 °С). Перший агрегат з'єднаний із камерою нагрівання зерна, а другий – із камерою сушіння.

Мікропроцесорна система управління 14 змінює пропускну спроможність сушарки залежно від вихідної та кінцевої вологості зерна.

Є можливість візуально контролювати перебіг технологічного процесу і за потреби коригувати його за рахунок інформації про параметри сушіння, яка виводиться на панель оператора. Температура і подача теплоносія регулюються автоматично, окремо для кожної камери, залежно від температури нагріву зерна (ТЕ(6 і 7)). За вологості сирого зерна менше 22 %, вимірюваної вологоміром МЕ1, механізм М13 перемикає потоки теплоносія на рекуперацію.

УДК 621.4.019

## **РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ РОЗПИЛЮВАЧІВ ФОРСУНОК МИЙНИМ РОЗЧИНОМ В УЛЬТРАЗВУКОВОМУ ПОЛІ**

*Білецький В. Р., Павленко О. А.  
Поліський національний університет*

На підставі проведених теоретичних та експериментальних (у лабораторних і виробничих умовах) досліджень розроблено та видано новий технологічний процес ультразвукового очищення розпилювачів форсунок на ремонтних підприємствах АПК.

Технологію ультразвукового очищення розпилювачів розроблено стосовно процесу очищення форсунок на спеціалізованих підприємствах. Технологічну схему організації процесу очищення розпилювачів ЕМФ представлено на рис. 1.

Основні етапи процесу: приймання ЕМФ; перевірка працездатності ЕМФ; перевірка параметрів ЕМФ; очищення ЕМФ. Основні контрольовані параметри: якість розпилу палива, герметичність, продуктивність.

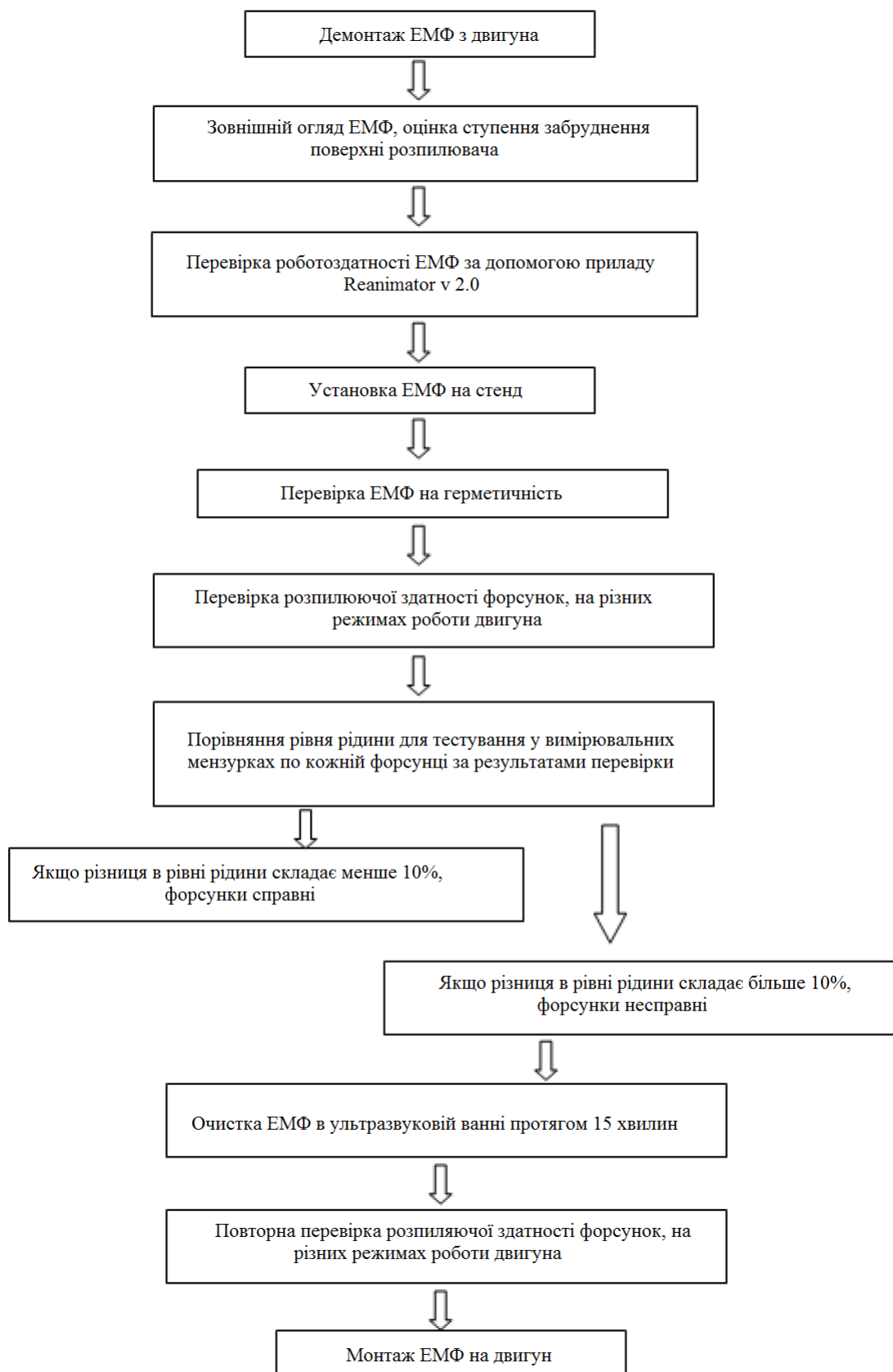


Рис. 1. Технологічна схема організації процесу очищення розпилювачів ЕМФ.

УДК 629

## **ФАКТОРИ ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ДИСКОВИХ ГАЛЬМ**

*Загурський А. О.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Постановка проблеми. Неналежний технічний стан експлуатації автомобілів, є однією з основних причин виникнення багатьох ДТП. Аварії, що виникають із-за відмови різних систем автомобіля, несуть за собою найтяжчі наслідки. І одним з перших факторів що можуть запобігти ДТП є здатність автомобіля загальмувати в потрібний момент. Тому гальмівну систему вважають однією з найважливіших систем великогабаритних транспортних засобів, особливо з огляду на забезпечення їх безпечної експлуатації.

Аналіз останніх досліджень. Дослідженню гальмівних властивостей та вдосконаленню гальмівних систем присвячені наукові праці багатьох вітчизняних та зарубіжних вчених В. Байцур, А. Део, М. Подригало та А. Коробко, С. Чен, П. Фір і Л. Хендерсон та інші, у яких розглядаються як окремі підсистеми (гальмові механізми, гальмові приводи, регулятори гальмівних сил (РГС), антиблокувальні системи тощо), так і певні поєднання цих підсистем і, рідше, – в сукупності з деякими іншими функціонально пов'язаними підсистемами транспортних засобів. Наведені в них фундаментальні результати є основою для проведення подальших комплексних та поглиблених досліджень з метою виявлення резервів підвищення ефективності гальмування та забезпечення стійкості гальмуючих транспортних засобів.

Метою дослідження є огляд дискових гальмівних систем та факторів що впливають на ефективність їх використання

Результати досліджень. Гальмівна система є важливою складовою забезпечення маневреності та, насамперед, безпеки транспортного засобу. Гальмівні системи працюють за рахунок тертя, щоб уповільнити рухомий транспортний засіб за рахунок механічного контакту між двома поверхнями (диском та колодкою). В даний час існує кілька типів гальм в залежності від сфери застосування: барабанні, дискові, стрічкові та конічні. Найбільш поширення у техніці мають перші два типи. Зокрема, для автомобілебудування найбільш поширені дискові у передній частині та барабанні у задній. Дискові гальма відрізняються від інших типів тим, що зусилля, що додається, перпендикулярно доріжці диска, а не радіально, як у барабанних і стрічкових гальмах. Ще одна особлива характеристика полягає в тому, що момент тертя не впливає на момент спрацьовування (ефект самозбудження), як це відбувається в барабанних та конічних гальмах. Це

явище дозволяє невеликим змінам коефіцієнта тертя не суттєво впливати на гальмівну силу, необхідну для зупинки транспортного засобу. Наприклад, зміна коефіцієнта тертя на 30%, що є нормальним явищем у вологому середовищі, призводить до збільшення гальмівної сили на 50%; це відбувається через те, що цей тип гальм займає важливе місце в автомобільній промисловості, особливо в комерційних/звичайних транспортних засобах.

Дискове гальмо – елемент, закріплений на ступеці колеса, обертається одночасно зі швидкістю автомобіля, утворюючи рухомий елемент гальмівної системи. З поверхнею або зоною тертя дискового гальма взаємодіють колодки, з якими транспортний засіб зупиняється завдяки постійному тертю, яке встановлюється між колодками та диском. У ході цього процесу відбувається перетворення кінетичної енергії (накопиченої в транспортному засобі через його швидкість) на теплову енергію, що у багатьох випадках призводить до збільшення нагріву гальмівної системи. У цьому сенсі сьогодні на всіх чотирьох колесах автомобілів зазвичай використовуються дискові гальма, що самовентильються (з вентиляційними каналами). На рис. 1 показані геометрія та основні елементи самовентильованого дискового гальма.



Рис. 1. Приклад вентиляваного гальмівного диска: а) без канавок; б) із спеціальними канавками.

Дослідники [5,7,8,9] визначають що при гальмуванні на ефективність процесу впливають різні фактори а саме:

- уповільнення;
- кінетична енергія;
- виконавче зусилля;
- гальмівне зусилля;
- вага транспортного засобу;

- контактна поверхня;
- коефіцієнт тертя;
- коефіцієнт зчеплення;
- аеродинаміка транспортного засобу;
- максимальне гальмівне зусилля;
- ухил дороги;
- відстань та час гальмування.

Висновок. Визначення та вибір геометричних характеристик дискових гальм залежить від вантажопідйомності та умов експлуатації, які є важливими факторами, що необхідно враховувати на початковому етапі проектування, поряд з типом матеріалу виготовлення. У більшості випадків конструкції дискових гальм повинні виключати перегрів між диском і колодкою через тертя в процесі гальмування. Таким чином, фізичні, механічні та хімічні властивості використовуваних матеріалів впливають на поведінку та ефективність гальмування.

#### Список використаних джерел

1. Байцур М. В. Поліпшення гальмівних властивостей автомобілів категорії N3 при їх конверсії: автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. техн. наук: спец. 05.22.02 «Автомобілі та трактори». Харків, 2007. 22.
2. Подригало М. А., Коробко А. І. Вплив бортової нерівномірності гальмівних сил на відхилення автомобіля. Автомобільний транспорт. ХНАДУ, 2009. № 24. 33-36.
3. Chen, C.; Xu, J.; Yuan, X.; Wu, X. Characteristic Analysis of the Peak Braking Force and the Critical Speed of Eddy Current Braking in a High-Speed Maglev. *Energies* 2019, 12, 2622. <https://doi.org/10.3390/en12132622>.
4. Deo A., Palade V., Huda M.N. Centralised and Decentralised Sensor Fusion-Based Emergency Brake Assist. *Sensors* 2021, 21, 5422. <https://doi.org/10.3390/s21165422>.
5. García-León R.A., Afanador-García N., Gómez-Camperos J.A. Numerical Study of Heat Transfer and Speed Air Flow on Performance of an Auto-Ventilated Disc Brake. *Fluids* 2021, 6, 160. <https://doi.org/10.3390/fluids6040160>.
6. Fyhr P., & Henderson L. A more efficient braking system for heavy vehicles. Paper presented at Resource Efficient Vehicles Conference, rev 2021, Virtual, Sweden.
7. Sawczuk W., Ulbrich D., Kowalczyk J., Merkisz-Guranowska A. Evaluation of Wear of Disc Brake Friction Linings and the Variability of the Friction Coefficient on the Basis of Vibroacoustic Signals. *Sensors* 2021, 21, 5927. <https://doi.org/10.3390/s21175927>.
8. Shi L.B., Wang F., Ma L., Liu Q.Y., Guo J., Wang W.J., Study of the friction and vibration characteristics of the braking disc/pad interface under dry and wet conditions, *Tribology International*, Volume 127, 2018, 533-544.

УДК 621.793

## ВПЛИВ ШУНГІТУ НА ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ВІДНОВЛЕНИХ ПОКРИТТІВ НАПЛАВЛЕННЯМ

*Рибалко І. М., Лукаш В. С.*

*Державний біотехнологічний університет*

Випробування на знос проводили на машині тертя СМТ-1 на підприємстві ДП «Завод ім. В.А. Малишева». Відносну зносостійкість різних способів відновлення поверхонь деталей проводили і оцінювали за наступними варіантами [1-3]:

- наплавлення дротом Св-08Г2С без введення модифікуючих домішок;

- наплавлення дротом Св-08Г2С з використанням порошку шунгіту. Шунгіт дробили до дрібної фракції. Далі цю добавку наносили у вигляді шлікерного покриття завтовшки від 0,5мм до 1,0мм, використовуючи клей ПВА і оплавляли дротом Св-08Г2С.

Випробування проводили за схемою «диск-колодка». При цьому, використовували різні середовища випробувань: моторне мастило марки М14В2 з домішкою 3% кварцового пилу; з кварцовим піском фракцією 0,25-0,40мм, як абразив, а також без використання мастила.

При відновлювальному наплавленні дротом Св-08Г2С і модифікуванні вуглецевмісними домішками в переважній більшості випадків відзначається зниження середнього значення коефіцієнта тертя на 5-10% в випробуваннях на знос в середовищі моторного мастила.

Таблиця 1 – Коефіцієнт тертя досліджуваних варіантів відновлення і зміцнення модифікуванням.

Спосіб обробки	Навантаження, Н						Середнє значення коеф. тертя
	200	400	600	800	1000	200	
Наплавлення без введення домішки дротом Св-08Г2С	0,08	0,11	0,11	0,110	0,104	0,09	0,101
Наплавлення з шунгітом дротом Св-08Г2С	0,06	0,105	0,112	0,108	0,099	0,09	0,095

Дещо по-іншому поведуться покриття при випробуваннях в абразивному середовищі без змащення. Спостережуване можливо пояснити

тим, що більші включення вуглецьвмісних модифікуючи домішок, які викришуються в певному періоді процесу тертя, на першому етапі є абразивом, а потім, руйнуючись, працюють, як мастило. Це чітко проглядається при аналізі табл. 1, де видно, що коефіцієнти тертя зростають з ростом навантаження, а потім знижуються при збільшенні періоду випробувань при максимальному навантаженні. При руйнуванні вуглецьвмісних модифікаторів (наноалмазів) вони стають мастилом, що знижують знос.

Таблиця 2 – Коефіцієнт зносу зразків після випробування в середовищі кварцового піску.

Спосібобробки	Коефіцієнт зносу, г	
	колодки	диску
НаплавленнябездомішокдротомСв-08Г2С	1,0	1,0
НаплавленнязшунгітомдротомСв-08Г2С	0,91	0,61

Таблиця 3 – Коефіцієнт зносу зразків після випробувань в середовищі кварцового піску.

Спосіб обробки	Коефіцієнт зносу, г	
	колодки	диску
Наплавлення без домішок дротом Св-08Г2	1,0	2,0
Наплавлення з шунгітом дротом Св-08Г2С	0,26	0,38

Зміна середніх значень коефіцієнта зносу при модифікуванні в умовах відновлювального наплавлення при різних середовищах випробувань наведені в табл. 2 і 3. Більші фракції шунгиту (див. табл. 2) знижують знос сполучених зразків на 6-39%.

Вуглецьвмісна домішка підвищує зносостійкість. Так, при наплавленні дротом Св-08Г2С з домішками шунгиту підвищення зносостійкості відбувається до 74%.

Аналізом встановлено, що при відновленні наплавленням дротом Св-08Г2С, середнє значення коефіцієнта тертя при модифікуванні шунгітом і випробуваннях в середовищі моторного мастила знижується на 6-39%.

#### Список використаних джерел

1. Застосування нанотехнологій в машинобудуванні / В.С. Лукаш, І.М. Рибалко // ХІХ-й Міжнародний форум молоді «МОЛОДЬ І ІНДУСТРІЯ 4.0 В ХХІ СТОЛІТТІ». Збірка матеріалів форуму. Харків: ДБТУ, 2023. С. 128.
2. Гончаренко О. О., Телятников В. В., Власовець В. М., Марков А. В., Мальцев Т. В. Застосування порошків наноалмазів та шунгиту для зміцнення виробів при зміцненні наплавленням. Інформаційно-аналітичний

міжнародний технічний журнал "Промисловість у фокусі". Харків, 2013. № 11. С. 52-54.

3. Нанка О. В., Рибалко І. М., Марков О. В. Модифікування відновлюваних шарів вуглецьвмісними домішками. Інформаційно-аналітичний міжнародний технічний журнал "Промисловість у фокусі". Харків, 2018. № 1 (62). С. 53-58.

УДК 620.178.15

## МЕТОДИКА ТА ОЦІНКА ВИМІРЮВАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ МІКРОТВЕРДОСТІ У $\gamma$ -Fe

*Рибалко І. М., Маринченко О. С.  
Державний біотехнологічний університет*

Впровадження наконечника у тверде тіло супроводжується витісненням матеріалу з-під індентора та пружно-пластичною деформацією зони, що прилягає до відбитка [1-3].

Так як досліджувана аустенітна сталь має високу пластичність, така деформація охоплює дуже великий обсяг (до 80% від діагоналі відбитка) і початкова площина піднімається на невелику висоту (рис.1, а). Однак, якщо пластичність аустеніту обмежена наявністю межі зерна або скупчень неметалевих включень, то така ділянка прикрашається більш помітним підняттям металу (рис. 1, б).

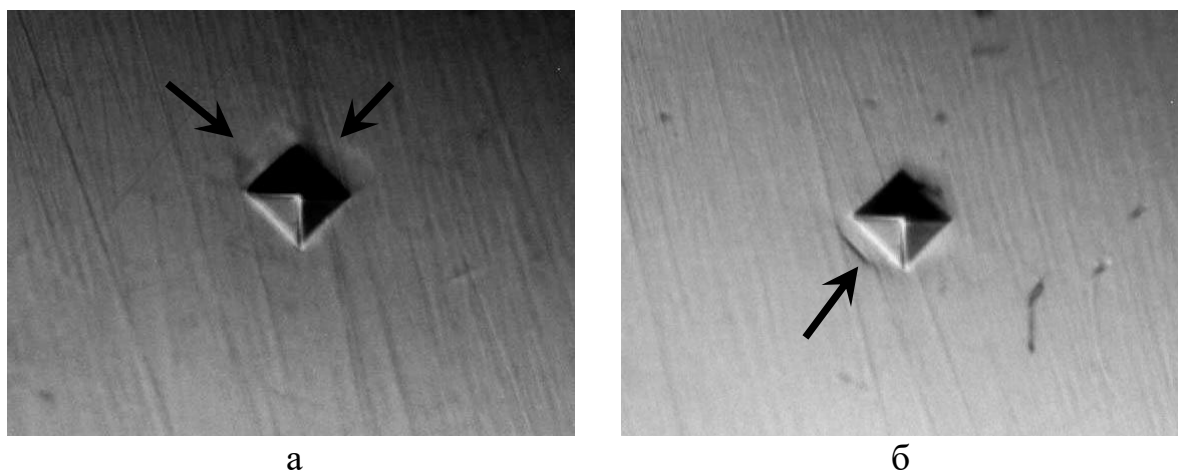


Рис. 1. Форма зони пластичної деформації аустеніту навколо відбитків під навантаженням 0,49Н для однорідної зони пластичності (а) та з межею зерна (б).



У процесі випробувань швидкість опускання індентора визначається оператором впливає на форму відбитка. За її збільшення спостерігається незначний поворот індентора. На відбитках при навантаженні 1,962 Н це призводить до деформації країв (рис. 2, а), а при малих навантаженнях 0,098 Н і 0,196 Н може бути встановлено формою зони пластичної деформації – спостерігаються виразний контур характерний для дотичних напруг (рис. 2,б). Поворот індентора призводить до збільшення діагоналі відбитка, і, як наслідок, зменшення значення мікротвердості на 3,2-10% (з Н-200-238-249 до Н-200-224-230) і 10-12,6% (з Н-10-260 -286 Н-10-249-260).

Крім швидкості застосування навантаження, на величину фіксованої мікротвердості впливає спосіб закріплення зразка. Додаток навантаження 1,962 Н до зразка, закріпленого безпосередньо на предметному столику, призводить до пружних деформацій та зменшення діагоналі відбитка. При цьому фіксується збільшення мікротвердості порівняно із закріпленням на пластичній підкладці до 10% (з Н 200-255 до Н-200-269).

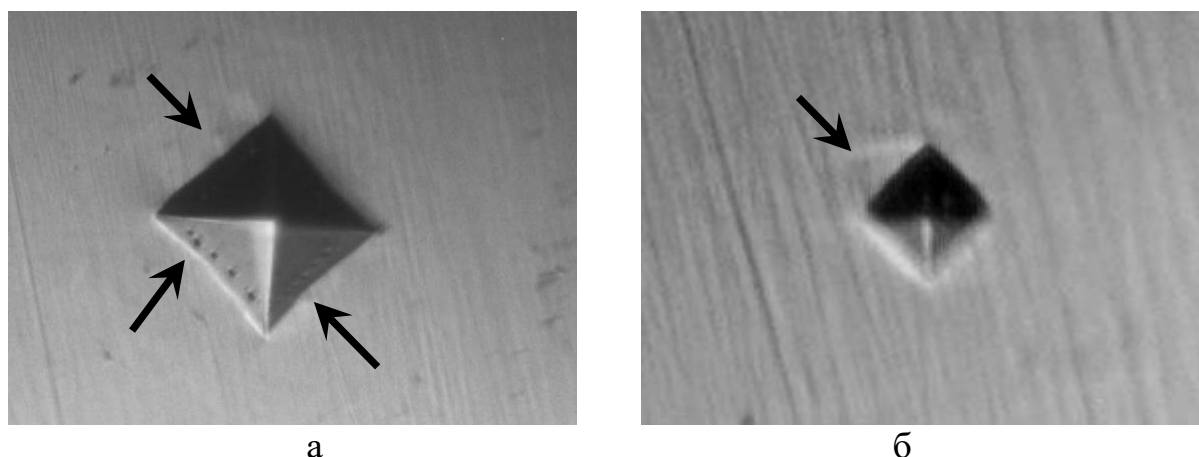


Рис. 2. Спотворення форми відбитка при навантаженні 1,962 Н (а) та 0,098 Н (б).

Висока пластичність аустеніту досліджуваних зразків зі сталі 12Х18Н10Т сприяє формуванню великих зон деформованого металу з гребенем, віддаленим від країв відбитка і, як наслідок, увігнутих сторін відбитка. Тому при розрахунку мікротвердості фактичної поверхні відбитка піраміди враховували вигнутість сторін за формулою, запропонованою В.К. Григоровичем:

$$H_{\text{факт}} = \frac{H_{\text{розр}}}{1,8855a/d - 0,3333}, \quad (1)$$

де  $H_{\text{факт}}$  – фактична мікротвердість,  $H_{\text{розр}}$  – мікротвердість, розрахована,  $a$  – відстань між серединами сторін,  $d$  – діагональ відбитка. Похибка, що вноситься деформацією сторін відновленого відбитка для аустеніту досліджуваної сталі, становить 2-3%.

При впровадженні наконечника з формою робочої частини у вигляді чотиригранної піраміди з квадратною основою деформації неоднакові з різних напрямків – найбільші відхилення відзначаються у середини сторін, а найменші – по кутах відбитка. Відповідно до вимог ДСТУ відстань від центру відбитка до краю виробу має бути не меншою за подвійний розмір відбитка. Відстань між центрами відбитків, нанесених на одну поверхню, повинна перевищувати розмір відбитка більш ніж утричі. При дослідженні структурних складових різних металів через малий розмір зон аустеніту виникає необхідність виконувати багаторазові виміри ближче за рекомендований інтервал. Для оцінки ступеня впливу відстані від попереднього відбитка на рівень мікротвердості, що фіксується, провели дослідження (рис. 3).

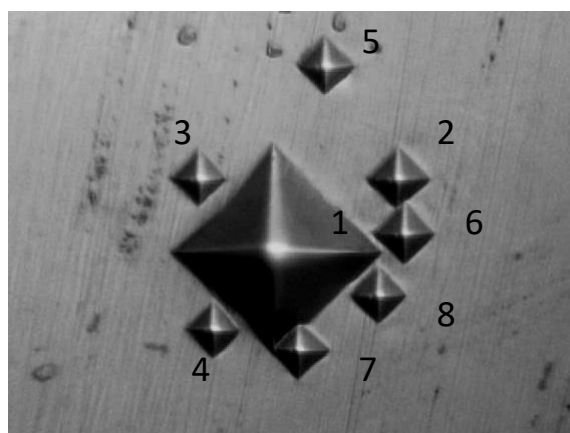


Рис. 3. Оцінка впливу відстані між відбитками до рівня мікротвердості. Порядок проведення вимірювань вказаний цифрами, де навантаження відповідає: 1 – 1,962 Н, 2-8 – 0,49 Н

В результаті досліджень встановлено, що зона пластичної деформації неоднорідна і складається із двох зон. Перша, зона зниженої мікротвердості внаслідок зменшення напруги після зняття навантаження Н-50-363, довжиною до 0,95 мкм. Друга зона зміцнена Н-50-370-384 та має довжину до 7,7 мкм. Для кута попереднього відбитка довжина першої зони не перевищує 3 мкм (Н-50-292), а другого досягає 5,8 мкм (Н 50 349).

При тотожній зоні деформації аустеніту навколо кратного індентора величині навантаження в діапазоні 0,049 Н - 1,962 Н можна рекомендувати проводити виміри на відстанях, що враховують орієнтацію попереднього відбитка. При вимірі мікротвердості аустеніту біля бічної грані відстань між центрами відбитків має перевищувати розмір діагоналі більш ніж удвічі, а поблизу кута – може бути знижено до 1,7.

На величину мікротвердості впливає і спосіб фіксації зразка на предметному столику. Так виміри при навантаженні 200 г призводять до пружної деформації системи "зразок-зразок-предметний столик" і зменшення розмірів відбитка (Н-200-269). Фіксація зразка на пластичній

підкладці виключає таку деформацію та знижує значення мікротвердості на 7,17% (до Н-200-249).

Наявність навіть незначних подряпин при вимірі мікротвердості суттєво впливає на результат вимірювання. Мікродеформація металу сприяє зміцненню поверхневого шару – на 15,7%. Так, вимірами поруч із подряпиною зафіксовано мікротвердість Н-20-249, а в зміцненій зоні – Н-20-288.

Для досліджених вибірок встановлено наявність розмірного ефекту, саме зниження рівня мікротвердості при зростанні навантаження на індентор від 0,196 Н до 1,962 Н.

Спеціальними дослідженнями встановлено, що через 6 місяців з моменту отримання відбитків при навантаженні 20 г та 200 г розмір діагоналей зменшується у 1,06-1,08 разів, що відповідає збільшенню мікротвердості на 13,8-16,3% (з Н-20-320 до Н-20-372 та Н-200-247 до Н-200-281 відповідно). Чим менше навантаження при індентуванні, тим більше відновлюється відбиток після зняття навантаження.

Список використаних джерел

1. Маринченко О. С., Рибалко І. М. Застосування методу мікротвердості для оцінки властивостей металів і сплавів. ХІХ-й Міжнародний форум молоді «МОЛОДЬ І ІНДУСТРІЯ 4.0 В ХХІ СТОЛІТТІ». Збірка матеріалів форуму. Харків: ДБТУ, 2023. С. 129.

2. Мощенко В. І. Нові методи визначення твердості матеріалів: монографія. Харків. ХНАДУ, 2012. 324 с

3. Мощенко В. І. Сучасні методи визначення твердості. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2019. 392 с.

УДК 658.5

## **БУДОВА І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ВДОСКОНАЛЕНОЇ МИЙНОЇ УСТАНОВКИ**

*Міненко С. В., Дячук В. С.*

*Поліський національний університет*

Теоретичні дослідження характеризуються основоположною властивістю для розглянутої групи явищ. Встановлені в результаті теоретичних досліджень закономірності мають першорядну важливість.

Вони найточніше відображають дійсний розвиток явища і водночас достатньо повні, щоб не тільки пояснити це явище, а й змінити його в потрібному напрямі, тобто керувати результатами роботи, чого деколи не

дає результат окремих експериментів, а інколи дає тільки обмежений варіант виконання рішення.

Відсутність суворої теорії щодо визначення добавок до синтетичних миючих засобів (СМЗ) та оптимізації їхньої концентрації змушує вчених шукати нові методи розв'язання зазначених проблем. Всебічний аналіз наявних добавок до СМЗ, наявного їхнього різноманіття підтверджує, що на сьогодні відсутня всебічно науково обґрунтована теорія та методика оптимізації концентрації наявних добавок до СМЗ як у нас в країні, так і за кордоном.

Для моделювання технологічного процесу миття та проведення лабораторних досліджень мийних властивостей розчинів використовували оригінальну лабораторну мийну установку (рис. 1), виготовлену в лабораторних умовах. Вона складається з двостінної термостатованої ванни 1 місткістю 1,5 л, куди заливали 1 л мийного розчину, який збуджували за допомогою пропелерної мішалки 7, що приводиться в дію від електродвигуна 5, який обертається з частотою  $300 \text{ хв}^{-1}$ .

Розчин підігрівали через сорочку 2, яка розташована навколо ванни, перекачуючи воду з термостата ТС-24.

Під час визначення мийної здатності розчину як дослідний зразок 3 використовували сталеву шліфовану з одного боку пластину розміром  $150 \times 70 \times 2$  (мм). У мийну установку зразки розміщували з використанням кронштейна 4. Температуру розчину контролювали термометром 6.

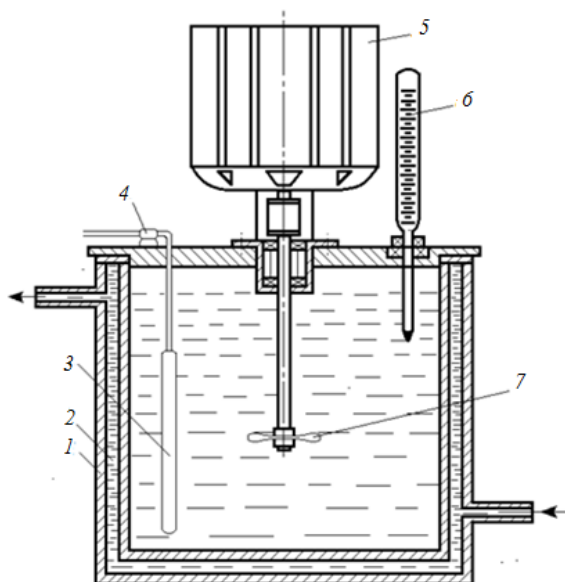


Рис. 1. Лабораторна мийна установка: 1 – двостінна термостатована ванна; 2 – сорочка; 3 – зразок; 4 – кронштейн; 5 – електродвигун; 6 – термометр; 7 – пропелерна мішалка.

Порядок робіт із дослідження мийних властивостей розчину був таким:

1. Видалення первинних продуктів корозії;
2. Знежирення поверхні зразків з одного боку віденським вапном, промивання холодною водою і просушування між аркушами фільтрувального паперу;
3. Триразове вимірювання розмірів зразків;
4. Зважування зразків, занесення даних до таблиці 3.5;
5. Нанесення на знежирену поверхню зразків модельного забруднення в кількості 0,1 г рівномірним шаром. Щоб уникнути допущення помилки під час визначення маси забруднення, забруднення наносили на зразки з одного боку, тому що при двосторонньому нанесенні забруднення зважування на вагах ускладнюється;
6. Зважування зразків із забрудненням і занесення даних у табл. 1 здійснювали після 30-хвилинної витримки зразків на повітрі.
7. Заповнення ванни мийної установки водою в об'ємі 1 л, підігрів води до температури 85...90°C і поступове додавання СМЗ згідно з інструкцією щодо його застосування;
8. Розміщення зразків зі штучним забрудненням у лабораторну мийну установку;
9. Визначення мийної здатності кожного розчину ваговим методом за тривалості процесу миття 5 хв;
10. Занесення отриманих результатів до табл. 1.

Таблиця 1 – Результати експерименту

Найменування миючих засобів	Концентрація миючих засобів	Час миття, °С	Маса зразка, г		Після миття
			До миття		
			Без забруднень	З модельним забрудненням	

Мийну здатність розчинів визначали методом зважування зразків. Сутність цього методу полягає у визначенні ступеня очищення (С, %) поверхні зразків і вираховується за такою формулою:

$$C = \frac{M_1 - M_2}{M_1} \times 100\% \quad (1)$$

де  $M_1$  – маса зразка до миття, г;  $M_2$  – маса зразка після миття, г.

Змочувальну здатність визначали послідовним зануренням зразків у мийний розчин і в демінералізовану воду на 10 секунд. Після виймання зразків із води візуально фіксували тривалість часу до порушення суцільності водяної плівки на поверхні зразка. Розрив плівки на поверхні від країв зразків менше 10 мм не враховували. Змочуваність визначали тривалістю часу в секундах з моменту виймання зразків із води до порушення суцільності плівки.

УДК 631.313.6

## ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА СПОСОБІВ РЕМОНТУ РОБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДИСКОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ

*Тіхонов О. В., Ніжанковський Я. С.  
Державний біотехнологічний університет*

Дискові робочі органи знаходяться в експлуатації доти, доки не спостерігалось погіршення якості обробки, що відповідає агролісотехнічним вимогам. При першому заточенні діаметр серійних дисків зменшується на 10-12мм. При визначенні кількості заточок диска необхідно враховувати, що він повинен зношуватися на величину, що перевищує 50-60мм, тобто. на величину зони гарту. При товщині лез дисків, що дорівнює 2мм, коефіцієнт варіації глибини культивації становить 12,4%, а за агротехнічними вимогами він не повинен перевищувати 10%. При збільшенні товщини лез дисків до 2мм ступінь підрізування трав знижується на 28%. Для порівняння вибрано три технології ремонту дисків:

- Перша технологія: виправлення геометричної форми ріжучої кромки дисків, способом заточування їх до товщини 0,5 ... 0,7 мм під кутом 33 ° на токарно-гвинторізному верстаті, загальна трудомісткість -10,5 хв;

- Друга технологія: ремонт геометричних параметрів ріжучої кромки диска, що складається з механічної обробки робочої кромки диска з подальшим зміцненням робочої поверхні ротаційною обробкою, загальна трудомісткість -19,5 хв;

- Третя технологія: ремонт ріжучої кромки диска, що складається з механічної обробки робочої кромки диска, її електродугового наплавлення електродом Т-590 та подальшої пластичної деформації наплавленої поверхні, загальна трудомісткість -28,5хв.

У середньому витраті на ремонт за порівнюваними технологіями: перша технологія – 19,8грн; друга технологія – 24,9грн; третя технологія – 35,8 грн.

Випробування дисків проводили в умовах рядової експлуатації у 2 господарствах Харківської та Полтавської областей. Диски луцильника БДН-3 з круглим отвором, відремонтовані за технологіями, що розглядаються, встановлювалися через один з новими в одній батареї. Вартість одного нового диска 148,5 грн. без ПДВ.

Напрацювання відремонтованих дисків з ротаційною обробкою зростає в середньому в 1,37 рази, а відремонтованих із застосуванням наплавлення та пластичної деформації у 2,25 рази у порівнянні з новими. Середній термін служби нового диска із застосуванням стандартної першої технології ремонту становить – 160га, відремонтованих з ротаційною

обробкою – 236га, відремонтованих із застосуванням наплавлення та пластичної деформації – 318га. Ці результати вказують на ефективність запропонованих технологій ремонту робочих ріжучих поверхонь дисків борін.

#### Список використаних джерел

1. Тіхонов Д. А. Система технологій ремонту ріжучої кромки дискових робочих органів ґрунтообробних машинє 6-й Міжнародний форум молоді «Молодь та сільськогосподарська техніка у ХХІ столітті». Збірник матеріалів форуму. Харків, ХНТУСГ. 2010. С. 110.

2. Ніжанковський Я. С. Технологія ремонту робочої кромки диску з наступним зміцненням робочої поверхні наклепом. ХІХ-й Міжнародний форум молоді «МОЛОДЬ І ІНДУСТРІЯ 4.0 В ХХІ СТОЛІТТІ». Збірка матеріалів форуму. Харків: ДБТУ, 2023. С. 134.

УДК 631.358:62

## **ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТА МЕТОДИКА РЕМОНТУ ГІДРОПІДЖИМНОЇ МУФТИ**

*Рибалко І. М., Ольшевський В. В.*

*Державний біотехнологічний університет*

Знос поверхонь барабана, поршня і кільця ущільнювача є головною причиною вибракування фрикційних муфт [1-3] коробок передач трактора Т-150К, що надходять в ремонт.

Підгоряння дисків і заклинювання кільця ущільнювача майже завжди пов'язані з роботою поверхонь тертя муфти в режимі недостатнього мастила, внаслідок чого порушується тепловий режим її роботи. У свою чергу мастильні властивості олій та надійність роботи ущільнень залежать від її температури. Однією з причин перегріву олії у фрикційних елементах коробки передач трактора може бути надходження олії до робочої порожнини циліндра вимкненої муфти внаслідок порушення герметичності або підклинювання золотника гідросистеми КП. При цьому спостерігається зменшення зазору між дисками та їх пробуксування, що супроводжується втратами потужності та нагріванням олії. У цьому випадку було б корисно мати систему, що дозволяє своєчасно сигналізувати про несправність.

Для підвищення довговічності сполучення кільце ущільнювача поршня – поршень шляхом зменшення динамічних навантажень на кільце ущільнювача, можна внести деякі зміни в конструкцію поршня (рис. 1). У поршні 6 між днищем 2 і канавкою 3 виконуються канали 4 в напрямку від утворює поршня до поглиблення 1 в днищі 2 глибиною 1,6 мм і шириною

30 мм, а ділянка поршня між днищем 2 і канавкою 3 виконується з діаметром  $d_1$ , меншим діаметра  $d_2$  частини поршня. При подачі робочої рідини під поршень вона чинить тиск на днище 2 поршня і на торцеву поверхню кільця ущільнювача 5. Співвідношення розмірів елементів муфти, представлених на рис. 1 таке, що тиск рідини, при якому починається переміщення поршня 6, більше тиску, при якому починається переміщення кільця ущільнювача 5. Тому останнє притискається до поверхні канавки 3 і як би захоплює за собою поршень, не відриваючись від поверхні його канавки. У такому положенні кільце ущільнювача залишається протягом усього часу переміщення поршня 6 при включенні муфти, а також при зворотному ході, що значно знижує динамічні навантаження на кільце, зменшуючи знос поверхонь і підвищуючи довговічність деталей. Кільце виготовляють з чавуну ВЧ-60 (табл. 1).

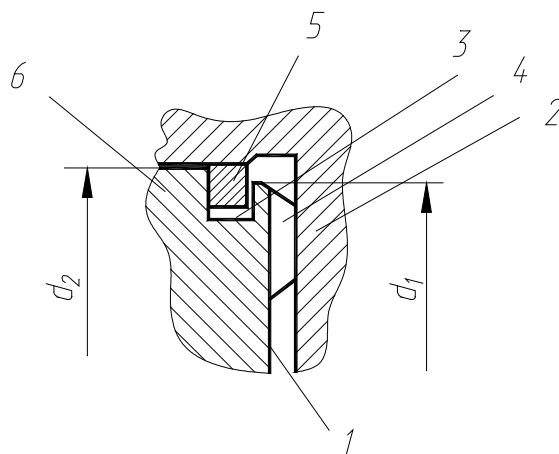


Рис. 1. Сполучення кільця ущільнювача з поршнем.

Таблиця 1 – Хімічний склад сплаву ВЧ60

Хім. елемент	Fe	C	Si	Mn	Ni	Cu	Cr	P	S
% вмісту	від 91,9	3,0-3,6	2,4-2,8	0,4-0,7	до 0,4	до 0,3	до 0,15	до 0,1	до 0,02

Домогтися значного підвищення довговічності пари барабан – диски можна шляхом заміни прямобічних шліців евольвентними. Приклад такого з'єднання є у тракторів «Кіровоць». При цьому шліци дисків настільки довговічні, що дозволяють після використання протягом кількох міжремонтних періодів після перешліфування до ремонтних розмірів зварювати два диски разом і встановлювати в коробку як один. Однак такий спосіб значно ускладнить виробництво деталей та збільшить їхню вартість.

Для підвищення ресурсу шліцевих з'єднань барабан – диски необхідно знизити інтенсивність або повністю усунути гідروмуфти, що спостерігаються в процесі роботи, віброударні навантаження. Одним із



способів вирішення цієї проблеми є застосування штучного дисбалансу. Цей метод передбачає введення додаткового дисбалансу на всіх фрикційних дисках, що контактують із барабаном фрикційної муфти. Збільшення відцентрової сили за рахунок штучного дисбалансу призводить до перекладання зазору в шліцевій парі з максимальною силою притискання, що діє в вимкненій муфті, що обертається.

Конструктивне виконання дисків зі штучним дисбалансом може бути різним та залежить від особливостей конструкції фрикційної муфти. У вимкненій муфті радіальне усунення пакета дисків призводить до виникнення власного дисбалансу, тому найбільш оптимальним є розташування дисків зі штучним дисбалансом, що компенсує власний дисбаланс фрикційної муфти. Однак визначення такого положення дисків в умовах серійного виробництва вимагає значних витрат, тому доцільніше забезпечувати рівномірне розташування дисків по колу барабана. Це дозволяє усунути динамічні навантаження від дії дисбалансу кожного з дисків окремо.

#### Список використаних джерел

1. Ольшевський В. В., Рибалко І. М. Визначення ККД фрикційної муфти. XIX-й Міжнародний форум молоді «МОЛОДЬ І ІНДУСТРІЯ 4.0 В XXI СТОЛІТТІ». Збірка матеріалів форуму. Харків: ДБТУ, 2023. С. 137.

2. Трактор Т-150К: технічний опис та інструкція з експлуатації. За ред. Б. П. Кашуби, І. А. Ковалю. Харків. Прапор, 1983. – 310 с.

3. Бондаренко Г. П. Характеристики ресурсу основних спряжень фрикційної муфти тракторної коробки передач. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства, Вип. 163 «Проблеми надійності машин та засобів механізації сільськогосподарського виробництва». Харків. ХНТУСГ, 2015. С. 62-70.

УДК 620.178.16.004

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СЕРЕДОВИЩА БІОДИЗЕЛЯ НА ЗНОСОСТІЙКІСТЬ СПРЯЖЕНИХ ПАР ТЕРТЯ

*Тихонов О. В., Пономарьова В. В.  
Державний біотехнологічний університет*

Під час проведення експерименту було помічено, що при дослідженні першого зразка зовнішні характеристики зразків показані в таблиці 1, в середовищі чистого біодизельного палива марки В100 поверхня досліджуваного ролика мало змінилась та залишалась добре відполірованою не було видно значних механічних пошкоджень [1-3].

Температура при роботі також залишалась не значною приблизно 40-50°C. Але процес зносу проходив не рівномірно та швидко зростав. Після проведення абразивного зносу в середовищі біодизельного палива зразок добре промили розчинником та замінили змащувальне середовище на чисте дизельне паливо. В ході роботи в середовищі чистого дизельного палива було помічено ряд відмінностей в порівнянні з біодизельним. Перш за все необхідно відмітити, що вже на перших хвилинах роботи значно зросла температура досліджуваного зразка почав з'являтися чад на поверхні зразка було видно як кипить змащувальна рідина та швидко випаровується. Робоча поверхня значно змінилась замість добре відполірованої вона стала шорстка було видно як матеріал знімався мілко дисперсними частинками та намазувався на поверхню. Відбувалося інтенсивне зростання зносу. Виникали задири які характеризують адгезійний вид зносу.

Таблиця 1 – Характеристика досліджуваних зразків.

Ролик					
	Маса, г.	HRC	Шорсткість	D, мм	Ширина, мм
Зразок№1	177,076	62-64	1,25	50	10
Зразок№2	78,38035	52-54	1,25	35	9
Зразок№3	163,79900	45-46	1,25	50	9
Колодочка					
	Маса, г.	HRC	Шорсткість	L, мм	Ширина, мм
Зразок№1	17,36365	62-64	1,25	15	9
Зразок№2	18,46735	52-54	1,25	16	9
Зразок№3	18,27000	45-46	1,25	16	9

Після чергової зміни змащувального середовища на 20% у суміш біодизельного палива з традиційним мінеральним В20 відразу помітно знизилась температура ролика та колодочки. Помітно змінилась поверхня зразка припинилось виникнення задирів поверхня стала гладенькою та прийняла майже первинний вигляд це свідчить про те що ця суміш біодизель марки В20 є більш прийнятною для використання в вигляді палива для існуючих двигунів внутрішнього згорання ця позитивна характеристика викликана тим що цій суміші поєднані якісні властивості притаманні обом видам палива проти задирні та противозносні властивості дизельного палива та змащувальні властивості біодизельного палива.

На рис. 1 показана залежність величини зносу від часу роботи. З цього графіка видно, що максимальний знос виник при використанні в якості змащувальної рідини біодизельного палива марки В100. Можна припустити, що величина та інтенсивність зносу при використанні цієї змащувальної рідини викликана наявністю вільних молекул кисню, які викликають окислювальний процес, що спричиняє окислювальний вид

зносу. Як відомо цей вид зносу в 2 рази ефективніший порівняльно з абразивним. Поєднання цих двох видів зносу і викликав таку виличну та інтенсивність.

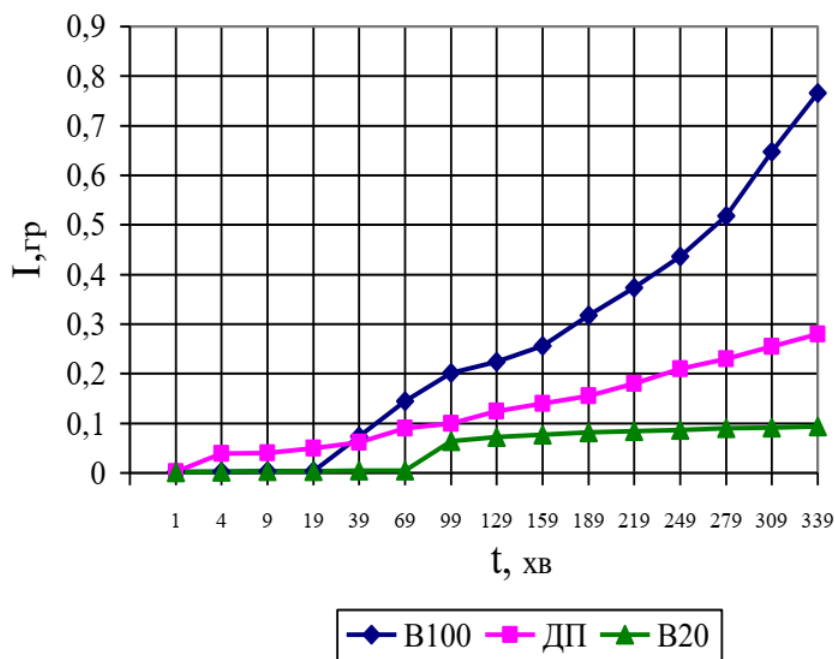


Рис. 1. Залежність величини зносу ролика від часу, зразок №1.

B100 – біодизельне паливо ( метиловий ефір отриманий в результаті хімічної реакції з рослинних олій та тваринних жирів ).

ДП – звичайне дизельне паливо.

B20 – суміш біодизельного та дизельного палив в відсотковому співвідношенні 80% ДП та 20% біодизельне.

Список використаних джерел

1. Кравцов А. Г. Методика дослідження впливу біодизеля на зносостійкість «сталь сталі» у присутність абразиву. Матеріали міжнародного форуму молоді «Молодь та сільськогосподарська техніка у XXI столітті». 2007. С. 74.

2. Дикун Т. В. Аналіз ефективності використання біодизельного палива в двигунах внутрішнього згоряння. Нафтогазова енергетика. 2015. № 1. С. 86-93.

3. Захарчук В. І. Застосування альтернативного палива в автотракторних дизелях. Енергозбереження. 2010. № 2. С. 26-28.

УДК 621.791

## РЕКОМЕНДАЦІЇ З ПІДГОТОВКИ ПОВЕРХНІ ДЕТАЛЕЙ ДЛЯ НАНЕСЕННЯ ПЛАЗМОВИХ ПОКРИТТІВ ТЕРМОАБРАЗИВНИМ ІНСТРУМЕНТОМ

*Савченко В. М., Ткачук В. О.*

*Поліський національний університет*

*Хоменко С. М.*

*Житомирський агротехнічний фаховий коледж*

Підготовка поверхні деталей перед плазмовим напиленням покриттів відіграє важливу роль в активізації процесів утворення зв'язку між частинками, що напилюються, та основою. Нестабільність властивостей обробленої поверхні є наслідком недотримання необхідних режимів обробки, що часто призводить до суперечливих результатів міцності зчеплення покриття з основою. У зв'язку з цим запропоновано універсальний термоабразивний інструмент (рис. 1), що дає змогу якісно виконувати технологічні операції з підготовки різноманітних поверхонь до наступного нанесення зносостійких покриттів з метою забезпечення їхніх високих адгезійних властивостей з основою.

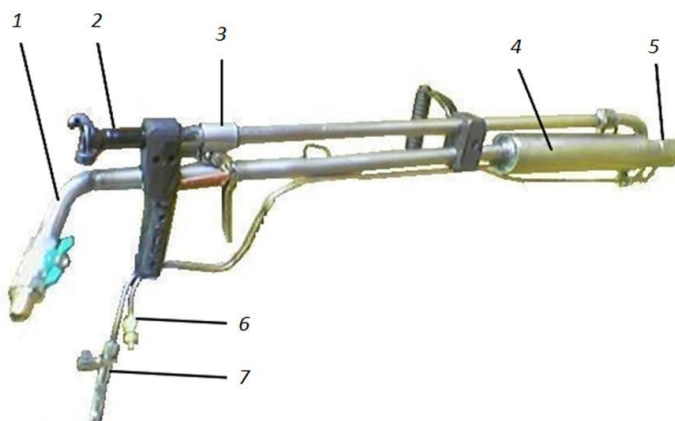


Рис. 1. Термоабразивний інструмент: 1 – канал подачі окислювача; 2 – канал подачі абразиву; 3 – керована заслінка; 4 – камера згоряння; 5 – ежектор із вбудованим паровим генератором; 6 – паливопровід; 7 – канал подачі води.

Привід термоабразивного інструменту залежно від умов застосування може здійснюватися або від компресорних станцій, або від систем силових установок штатних транспортних засобів (рис. 2).

Для підготовки поверхні під плазмове напилення необхідно вибрати раціональний режим роботи термоабразивного інструменту. Від цього залежить продуктивність і термін служби деталей цього обладнання.

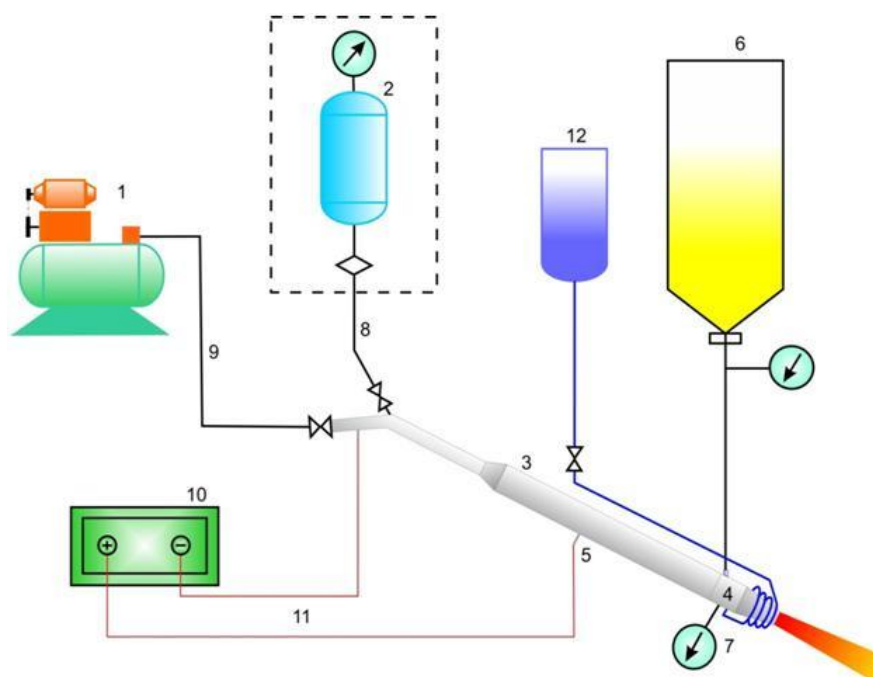


Рис. 2. Схема підключення термоабразивного інструменту та обладнання: 1 – компресор; 2 – паливний бак; 3 – термоабразивний інструмент; 4 – камера змішання; 5 – свічка розжарювання; 6 – ємність з абразивним матеріалом; 7 – вакуумметр; 8 – паливна магістраль; 9 – повітряна магістраль; 10 – акумуляторна батарея; 11 – дроти низької напруги; 12 – ємність для подачі води.

При цьому раціональний режим роботи термоабразивного інструменту під час підготовки різних поверхонь встановлюється в кожному окремому випадку дослідним шляхом.

Критеріями для оцінки обраного режиму роботи термоабразивного інструменту є максимальна швидкість підготовки і мінімальна температура нагріву теплонапружених деталей термоабразивного інструменту: сопла, корпусу, камери змішування. Загальна тенденція під час вибору режиму роботи така: температура під час підготовки поверхонь під плазмове напилення – 70...200°C; витрата паливної суміші та абразиву має бути мінімальною. Підвищений нагрів показує, що термоабразивний інструмент працює в нераціональному режимі, в цьому разі необхідно зупинити роботу термоабразивного інструменту і на кілька хвилин залишити його в непрацюючому режимі. Потім продовжують роботу, періодично (через 20...30 хв) візуально перевіряючи ступінь нагрівання термоабразивного інструменту. Якщо ця температура не підвищується, то режим роботи можна вважати раціональним для цих умов, а температуру нагрівання – сталою. У зв'язку з цим розроблено практичні рекомендації з експлуатації термоабразивного інструменту під час підготовки поверхонь під плазмове напилення. Для підготовки поверхонь під плазмове напилення як абразив для всіх типів деталей рекомендується застосовувати електрокорунд

зернистістю 30...100 мкм (ТУ 2-036-297-76). В умовах обробки великих поверхонь перевагу віддають звичайному річковому кварцовому піску дрібних фракцій зернистістю 0,35...0,75 мм.

Ефективність очищення залежить від твердості матеріалу, що очищається, характеру забруднення поверхні, твердості і розмірів частинок застосовуваного абразивного матеріалу, швидкості, температури і кута нахилу струменя, відстані від зрізу дифузора термоабразивного інструменту до оброблюваної деталі та інших чинників.

Іntenсивність підготовки поверхонь під плазмове напилення залежить від кількості абразиву в потоці, температури, повного тиску робочого потоку і від кута нахилу термоабразивного інструменту до оброблюваної поверхні, що має становити 80...85°. Відстань від поверхні оброблюваної деталі до зрізу сопла термоабразивного інструменту має бути в межах 100...150 мм. Оскільки термоабразивний метод підготовки поверхонь під плазмове напилення ґрунтується на суто механічній дії частинок абразиву, ефективність обробки буде тим вищою, чим більшою є твердість підготовлюваної поверхні. Тому переважно застосовувати термоабразивний інструмент для деталей з високовуглецевих і легованих сталей.

Безпосередньо технологічний процес підготовки поверхонь під плазмове напилення здійснюється таким чином. Оператор у спецодязі та засобах захисту бере інструмент, що працює, за штангу і рукоять. Потім переносить його до оброблюваної деталі, стежачи при цьому за тим, щоб інструмент не був спрямований на компресор і шланги, а останні не перетискали і не скручували; при цьому ємність з абразивом повинна знаходитися на відстані 3-10 м від інструменту залежно від зручності роботи оператора. Після цього оператор приєднує прогумований армований гнучкий рукав до ємності з абразивом. Далі термоабразивний інструмент підноситься до поверхні, на якій необхідно провести обробку, на відстань 50-100 мм від зрізу дифузора, нахиляється під кутом 80-85° і проводиться обробка. Переміщуючи інструмент над поверхнею, оператор доводить її до потрібної шорсткості. Оператор, притримуючи термоабразивний інструмент за руків'я, контролює напрямок руху інструменту над поверхнею, що готується. Після закінчення роботи необхідно закрити паливний вентиль на термоабразивному інструменті, зупинити двигун автомобіля або компресора, від'єднати металорукав, що підводить, і прогумований армований гнучкий рукав від компресорної станції та термоабразивного інструменту, приєднувальні пристрої привести в транспортне положення. Остиглий термоабразивний інструмент, ємність з абразивним матеріалом, паливний насос, металорукав, паливний шланг, прогумований армований гнучкий рукав і прилад запалювання необхідно очистити від забруднень, упакувати в ящик і укласти в мобільну багатофункціональну плазмову установку.

УДК 631

## ТРАЄКТОРІЇ РУХУ АГРЕГАТУ ПО ПОЛЮ

*Калнагуз О. М., Сіренко Ю. В.*

*Сумський національний аграрний університет*

Трактори при виконанні сільськогосподарських і транспортних робіт рухаються по прямолінійній або криволінійній траєкторії, кривизна якої безперервно змінюється. Агрегат під час виконання сільськогосподарської операції роботи проходить шлях довжиною багато десятків кілометрів. Ці десятки пройдених машинно-тракторним агрегатом кілометрів складаються з робочих циклів, які часто мають криволінійний характер, і холостих поворотів. Невірно виконані повороти збільшують ширину поворотних смуг, значно збільшуючи холостий хід агрегату навісного обладнання і трактора, що негативно позначається на його ефективності. Як слідство, маємо не використану земельну площу, ущільнену і понівечену землю. Фактично це втрати родючих площ. Основна задача кінематики руху агрегату як раз і полягає у виборі раціонального способу руху МТА, при якому будуть виконуватися такі вимоги як висока якість роботи, висока продуктивність при можливо найменших витратах палива та інших ресурсів на одиницю виконаної роботи, безпечна робота механізаторів, найменший негативний вплив на оточуюче середовище [1].

В статті [2] наведені результати використання універсального рівняння у параметричній формі для побудови траєкторії руху чотириколісної машини з передніми керованими колесами для ділянок входу в поворот і виходу із повороту у функції кута повороту остова машини з урахуванням інтенсивності повороту передніх коліс або керма. Вони дозволяють побудувати траєкторії також із урахуванням явища відведення як задніх, так і передніх коліс, викликаного дією бічних сил. Ці рівняння можна використати для планування розворотів агрегату під час обробки поля або для автоматичного управління агрегатами і машинами.

В статті [3] розглянуто графічний спосіб побудови траєкторії руху колісного трактора. Загальновідомо, що криволінійний рух машино-тракторних агрегатів (МТА) суттєво відрізняється від його прямолінійного руху. Як правило, кінематичні і динамічні умови роботи під час криволінійного руху значно ускладнюються, що потребує вивчення багатьох додаткових факторів, які впливають на керованість, стійкість і надійність руху машини. Незважаючи на складність процесу, дослідження умов криволінійного руху МТА є актуальним та має важливе практичне значення. Адже під час прогнозування майбутніх витрат паливо-мастильних матеріалів важливо чітко знати, яку відстань під час тих чи інших операцій необхідно буде подолати трактору. Відомо, що близько 10 - 40 % траєкторії

руху МТА складають повороти та розвороти. У навчальній літературі описано технологічні схеми поворотів агрегатів на різних ділянках поля, а також існують спроби побудови траєкторії криволінійного руху графоаналітичним методом. Запропоновано графічний спосіб побудови траєкторії входу в поворот і виходу із повороту МТА на прикладі трактора МТЗ-82. Розглянуто випадок руху МТА при постійному середньому значенні кута повороту керованих коліс і відповідному йому значенні кута між вектором швидкості центра ваги трактора і віссю рухомої системи координат, не беручи до уваги вплив кутів ведення коліс, які обумовлені дією бокових сил, що виникають під час криволінійного руху.

У підручнику [4] значна частина розрахунків присвячена такій рисі тракторів, як маневреність, що є однією із важливих експлуатаційних властивостей цих агрегатів. Саме маневреність визначає ефективність їх використання. Керування поворотом трактора може здійснюватися як у сталій стадії, так і в перехідних етапах, тобто при вході і виході його з повороту. Основним маневром трактора в роботі, що здійснюється МТА, є розворот агрегату та заїзд на поле для нового проходу. Ширина поворотної смуги повинна бути мінімальною. Детально розглянуто властивість колісної машини здійснювати повороти по траєкторіях якомога більшої кривизни за мінімально можливої площі на опорній поверхні, яка має назву поворотність. Описано і математично доведено розрахунки мінімального радіусу повороту, який є показником статичної поворотності трактора

В світі все більше набувають попиту на трактора з усіма керованими колесами, та як правило з однаковими розмірами. Проведений аналіз наукових робіт, криволінійного руху колісних машин, показав що стійкість та керованість є головними експлуатаційними властивостями МТА. Важливо, щоб холостий шлях агрегату був якомога меншим і економічним. Таким чином, дослідження науковців мають важливе теоретичне та практичне значення.

#### Список використаних джерел

1. Сіренко Ю. В., Калнагуз О. М. Отримання траєкторії повороту експериментальним шляхом [Електронний ресурс]. Технічне забезпечення інноваційних технологій в АПК: матеріали I Міжнар. наук.-практ. конференції молодих учених, м. Мелітополь, 01-26 лютого 2021 р. ред. кол. В.М. Кюрчев [та ін.]. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. С. 213

2. Dovzhik M., Tatyanchenko B., Solarov O., Sirenko Yu. (2017). The universal equations of path of the curvilinear motion fourwheeled machine. *Scientific Horizons*, 1(58), 202-210.

3. Довжик М. Я. Графічний спосіб визначення траєкторії криволінійного руху чотирьохколісного трактора з передніми керованими колесами. *Інженерія природокористування*. 2016. № 1. С. 6-9. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Iprk\\_2016\\_1\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Iprk_2016_1_3).



4. Островерх О. О., Краснокутський В. М., Крюкова Т. О. Керованість та стійкість рух тракторів : навчальний посібник. Харків. Друкарня Мадрид. 156 с.: іл. 49; табл. 4; бібліограф. найм. 26.

УДК 621.331

## **ENSURING THE RELIABILITY OF HYDRAULIC SYSTEMS OF MOBILE EQUIPMENT WHEN USING BIOLOGICAL FLUIDS**

*Zhuravel D. P.*

*Dmytro Motorny Tavria State Agrotechnological University*

Introduction. Hydraulic systems are widely used in various branches of agriculture, they transmit energy, perform the functions of cooling and lubrication, protection of parts from corrosion, and also remove waste products from hydraulic units [1-3]. In this regard, the performance of hydraulic conductors, their reliability and durability to a significant extent depends on the type of particle, its viscosity-temperature haptic properties, positive and negative properties, as well as the concrete in the process operation. The hydraulic system of all feeding machines is a complex hydromechanical system that is of high functional importance for ensuring the machine's performance in general.

Despite the existing methods of diagnostics and tools for technical maintenance of hydraulic systems, in practice this issue is given insufficient attention, which leads to a decrease in the operational indicators of both hydraulic systems and technology in general. The ingress of mineral oils into the soil leads to environmental problems, which affects the reduction of its permeability. The improvement of such a situation is possible when using pure oils as alternative by-products for hydraulic systems of all delivery equipment [4-6].

Recent research and publications analysis. The main function of working fluids for hydraulic systems is the transmission of mechanical energy from its source to the place of use, ensuring a change in the magnitude or direction of the added force [1, 2]. A hydraulic drive cannot operate without a liquid working medium, which is a necessary element of any hydraulic system. The following trends are noted in the constant improvement of hydraulic drive structures: increase in working pressures and the related expansion of the upper temperature limits of the operation of working fluids; reducing the total mass of the drive or increasing the ratio of transmitted power to mass, which entails more intensive use of the working fluid; reduction of the working clearances between the parts of the working body, the output and receiving cavities of the hydraulic system, which increases the requirements for the purity of working fluids (or its filtering, if there are filters in hydraulic systems).

In order to meet the requirements dictated by the specified trends in the development of hydraulic drives, modern working fluids for them must: have an optimal level of viscosity and good viscosity-temperature characteristics in a wide temperature range, i.e. a high viscosity index, or a low viscosity - temperature curve; to be distinguished by high antioxidant potential, as well as thermal and chemical stability, which ensure long-term uninterrupted operation of the fluid in the hydraulic system; protect hydraulic drive parts from corrosion; have good filtration; have the necessary de-aerating, de-emulsifying and anti-foaming properties; be characterized by high lubricity, necessary anti-scratch and anti-wear potential; be compatible with rubbers, elastomers and other sealing materials [3, 4].

In recent times, there is a tendency to use for technical purposes pure oils characterized by high biodegradability (tapioca, soybean, caraway, apachico, palm) and their derivatives. Privileged from the point of view of use in all-purpose machinery is packing oil, the biological and physico-chemical properties of which are able to ensure the functions of the side part of the hydraulic system without affecting its operational indicators [5,6].

However, it is necessary to note the lack of information on the use of virgin oils for agricultural machinery. There is no scientifically based structure of the side face for the hydraulic system of the entire supply equipment on the basis of safflower oil, there are few studies on the influence of such oils on the reliable indicators of hydraulic systems. Therefore, the creation of alternative coating materials and by-products on the basis of pure forage with improved typological properties is an actual scientific and technical problem.

**Purpose statement.** The purpose of the work is to substantiate the influence of various types of external forces on the reliability of hydraulic systems of agricultural machinery.

**Results and discussion.** The hydraulic system can be presented in the form of several subsystems. Such subsystems that perform independent functions include: pump, hydraulic lines, hydraulic cylinder, distributor and sealing elements.

The reliability of the hydraulic system depends on the reliability of each of the subsystems, as well as on the use of different types of oils. At the same time, the failure of any of the subsystems leads to the termination of the normal operation of the entire system. Each of the subsystems can be in two fixed states - working and non-working.

Thus, using the obtained dependencies, it is possible to reliably assess the degree of influence of different types of working fluids on the reliability of the hydraulic system of agricultural machinery, using generalized indicators, namely the coefficients of readiness and technical use. It is obvious that one of the ways to increase the readiness factor and technical use of agricultural machinery when using biological lubricating materials is the use of multifunctional additives and

additives, which will allow to exclude the harmful effect of free fatty acids of oil on the metals of the coupling parts and ensure standardized resources of nodes and aggregates of agricultural machinery. Considering the hydraulic systems of agricultural machinery as complex technical systems prone to various types of failures, we proposed a reliability model that allows, based on the statistical characteristics of the working time for the failure of their elements, to obtain the average values of the time for performing technical maintenance and repair operations standardized in technical conditions hydraulic systems. They are evaluated by generalized indicators, namely the availability coefficient  $K_g$  and the coefficient of technical use  $K_{t.v}$ .

**Conclusions.** As a result of the conducted studies, it was established that the coefficient of readiness for the hydraulic system: on mineral oil – 0.816; on bio-oil – 0.791; on mixed oil with improved indicators – 0.864, and the coefficient of technical use: on mineral oil – 0.632; on bio-oil – 0.583; on mixed oil with improved indicators – 0.728. In this way, the use of mixed working fluids with improved indicators made it possible to increase indicators of availability and technical use coefficients. Thanks to this, we got the opportunity on a specific example of the hydraulic system of agricultural machinery, when working on different types of working fluids, to implement one of the fundamental principles of increasing the reliability of technical systems, the essence of which is to identify and eliminate malfunctions of subsystem elements that limit the operational reliability of the hydraulic system in failure mode and reducing troubleshooting time.

#### References

1. Бондар А. М. Покращення та оцінка якісних показників відпрацьованих автотракторних олиव для сільськогосподарської техніки. Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету: електронне наукове фахове видання. ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. Вип. 11, том 1. 15 с. doi: 10.31388/2220-8674-2021-1-6.
2. Бондар А. М. Прогнозування ресурсу трибосистем при використанні сумішевих олив. Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету: електронне наукове фахове видання. ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. Вип. 11, том 1. 19 с. doi: 10.31388/2220-8674-2021-1-10.
3. Zhuravel D., Samoichuk K., Petrychenko S., Bondar A., Hutsol T., Kubon M., Niemiec M., Mykhailova L., Gródek-Szostak Z., Sorokin D. Modeling of Diesel Engine Fuel Systems Reliability When Operating on Biofuels. *Energies* 2022, 15, 1795. doi.org/10.3390/EN15051795.
4. Kapłan M., Klimek K., Maj G., Zhuravel D., Bondar A., Lemeshchenko-Lagoda V., Boltianskyi B., Boltianska L., Syrotyuk H., Syrotyuk S. et al. Method of evaluation of materials wear of cylinder-piston group of diesel engines in the biodiesel fuel environment. *Energies* 2022, 15, 3416. DOI.ORG/10.3390/EN15093416.

5. Zhuravel D. Research of lubricant properties of used tractor motor oils. Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету: електронне наукове фахове видання. ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. Вип. 11, том 2. 18 с. doi: 10.31388/2220-8674-2021-2-5.

6. Журавель Д. П., Бондар А. М., Філенко Д. Ю. Структурний аналіз надійності сільськогосподарської техніки при експлуатації на біопально-мастильних матеріалах. Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету: електронне наукове фахове видання. ТДАТУ; гол. ред. д.т.н., проф. В. М. Кюрчев. Мелітополь: ТДАТУ, 2022. Вип. 12, том 3. 12 с. doi: 10.31388/2220-8674-2022-3-5.

УДК 631.33.024.2

## **ЗАСТОСУВАННЯ ВИСОКОМІЦНОГО ЧАВУНУ ПРИ ЗМІЦНЕННІ ЛЕМІШІВ ПЛУГА, ЗА РАХУНОК ФОРМУВАННЯ ЗНОСОСТІЙКОГО ШАРУ НА РІЖУЧІЙ ПОВЕРХНІ**

*Добранський С. С., Бучко І. О., Руденко В. Г., Смик В. С.  
Житомирський агротехнічний фаховий коледж*

Використання чавуну при виробництві леміша дозволяє суттєво скоротити технологічний процес до вигляду: рідкий метал - готовий виріб.

Основною проблемою отримання леміша шляхом ливарних технологій є те, що леміш, зважаючи на тонкий переріз, вважається нетехнологічною деталлю.

Крім того, треба відзначити, що леміш відноситься до тестованих і взаємозамінних деталей, тому є певні обмеження щодо можливої зміни їх геометричних параметрів.

Завдяки впровадженню ливарних технологій при виготовленні лемішів, можливе внесення наступних геометричних змін:

- досягнення клиноподібної форми з ухилом 1,5 мм по довжині;
- створення ребер жорсткості в перерізі, що піддається максимальним навантаженням, для забезпечення міцності деталі.

Аналіз робіт із застосування чавуну для виготовлення лемішів дозволяє стверджувати, що є дві основні проблеми при використанні даного матеріалу: підвищення механічних властивостей високоміцного чавуну та вдосконалення технологічного процесу лиття.

У світовій практиці відомі випадки виготовлення лемішів з кераміки, зносостійкість яких перевищує сталеві більш ніж в 12 разів. Проте в процесі експлуатації були виявлені їх основні недоліки, підвищена крихкість, що не

послужило їх широкому застосуванню. Як основний матеріал для виготовлення лемішів використовують залізовуглецеві сплави: сталь і чавун. Однією з перспективних технологій є ливарна технологія отримання готової продукції із заданими механічними властивостями, проте даний метод виготовлення на даний момент не набув широкого застосування і потребує більш детального вивчення.

У реальних умовах експлуатації леміша відвальних плугів відчувають високі згинальні моменти, ударні навантаження і абразивне зношування ріжучої поверхні, отже, висуваються такі вимоги до матеріалу їх виготовлення: висока зносостійкість, твердість і пластичність поверхонь, що контактують з ґрунтом, їх ударна в'язкість.

Для отримання такого альтернативного комплексу властивостей в одному виробі часто застосовують поверхневе легування сталі - локальна зміна хімічного складу в робочому шарі, що зношується. Поверхневе легування сталі може здійснюватися різними способами: дифузійним насиченням вуглецем, азотом, бором, карбідоутворюючими металами, а також індукційним, лазерним дуговим наплавленням зносостійких сплавів карбідного класу. Для підвищення експлуатаційних характеристик леміша найперспективніша ливарна технологія. Пропонується виготовляти леміш заливкою сталі 45 у сформовану ливарну форму, за своєю формою виконану відповідно до форми ріжучих поверхонь та зони кріплення робочого органу, у ріжучій частині леміша наноситься порошок високолегованого металевого сплаву, температура плавлення якого нижче за ліквідус сталі. Дана технологія дозволяє отримувати зміцнювальну наплавку на поверхню робочих органів з меншими витратами праці в порівнянні з електродуговим або індукційним способом.

Поєднання легуючих елементів, а також їх фракційний склад підбиралися для отримання якісного наплавленого шару при лазерному, індукційному або дуговому джерелі тепла, а також для газополум'яного напилення, таблиця 1.

Таблиця 1 – Властивості шару, наплавленого високолегованим порошком.

Параметр	Марка					
	ПГС-27	ПГ-С1	ПГ-УС25	ПГ-ФБХ6-2	ПГ-АН1	ПГ-СРЧ
<i>h</i> , мм	1,1-3,2	0,8-2,6	0,5-1,8	0,8-3,3	2,0-2,8	1,9-3,0
<i>HRC</i>	48-56	40-52	48-54	50-56	50-52	42-44

Застосування технології лиття з одночасним легуванням у виготовленні лемішів має забезпечувати високоефективний результат їх застосування.

На відміну від масово застосовуваних на сьогоднішній день методів виготовлення та зміцнення, дана технологія поєднує ці дві технологічні операції в одну, тим самим виключаючи дорогу та трудомістку операцію електродугового або індукційного наплавлення, що забезпечує високу економічність та продуктивність їх виготовлення. Крім того, дотримання технології та застосування якісних матеріалів при виготовленні даних лемішів має забезпечити підвищений ресурс порівняно з більшістю видів лемішів, що масово застосовуються, виробники яких, як показують дослідження, не завжди забезпечують належну якість виготовлення. Однак отримати найбільш повну відповідь на питання про ефективність та доцільність застосування та розвитку даної технології дозволить лише проведення цілого комплексу досліджень.

Список використаних джерел

1. Пат. 142715 Україна, МПК G01N3/56 Установа для дослідження зносостійкості матеріалів / І.О. Бучко, В.І. Дворук, К.В. Борак, С.С. Добранський – заявник І.О. Бучко. – u 2019 11856; заяв. 12.12.2019; опублік. 25.06.2020, Бюл. №12 2020 р.

2. Бобрицький В. М. Підвищення зносостійкості різальних елементів робочих органів ґрунтообробних машин : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.02.04 «Тертя та зношування в машинах». Київ. 2007. 20 с.

3. Бойко А. І. Сучасні проблеми забезпечення надійності сільськогосподарської техніки. Вісник Харківського НТУСГ імені Петра Василенка : Підвищення надійності деталей відновлюємих машин. Випуск 15. Харків, 2003. С. 10–13.

4. Василенко М. О. Відновлення лемішів плугів із застосуванням електроерозійного способу для їх загострення та зміцнення. Механізація та електрифікація сільського господарства. Глеваха. 2001. Вип. 85. С. 262-264.

5. Василенко М. О. Підвищення довговічності робочих органів ґрунтообробних сільськогосподарських агрегатів. Матеріали Міжнародного науково-практичного форуму «Теорія і практика розвитку АПК». Львів, 2006. С. 324–328.

6. Карабінюш С., Костюк Є., Новицький А., Окаянюк В. Відновлення працездатності робочих органів ґрунтообробної техніки. Агроexpert: практичний посібник аграрія. 2011. № 10. С. 58–62.

7. Денисенко М. І. Підвищення експлуатаційної надійності деталей робочих органів ґрунтообробних машин. Науковий вісник НУБІП України. 2011, Вип. 166 (1). С. 175–183.

8. Зазимко О. Методи оцінки надійності деталей сільськогосподарських машин. Технікотехнологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства

України: Збірник наукових праць УкрНДІПВТ. Дослідницьке, 2004. Вип. 7 (21). С. 343–348.

9. Карабиньош С. Відновлення працездатності ґрунтообробних машин. Пропозиція. 2012. № 2. С. 116-118.

10. Комплект документів групового технологічного процесу відновлення та зміцнення стрілчастих лап культиваторів. Глеваха: ННЦ «ІМЕСГ», 2013. 30 с.

11. Легкодух Н. Ф. Аналіз показників надійності техніки вітчизняного виробництва для обробітку ґрунтує Вісник Харківського НТУСГ імені П. Василенка : Проблеми надійності машин та засобів механізації сільськогосподарського виробництваю. Випуск 80. Харків, 2009. С. 46–52.

12. Луб П. М. Обґрунтування параметрів комплексу ґрунтообробних машин сільськогосподарського підприємства : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.05.11 «Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва». Львів. 2006. 23 с.

УДК 631.3.004

## **ДОДАТКОВИЙ ТЕХНІЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ В СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ РОСЛИНИЦТВА**

*Мироненко В. Г.*

*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва  
Національної академії аграрних наук України*

Подальший розвиток технічного забезпечення сільськогосподарського виробництва буде базуватися на створенні техніки нового технологічного рівня, основна особливість керування якою полягає в поєднанні професійного інтелекту людини-фахівця та додаткового технічного інтелекту [1, 2].

Технічна суть сучасного рівня автоматизації полягає у переході від реактивного принципу роботи систем по відхиленню окремого параметру до комплексного багатокритеріального управління, з активним залученням інформації від об'єкту обробітку, навколишнього середовища, технічних засобів та спеціалізованих баз даних і знань, тобто, до інтелектуальних систем [3, 4].

Модель управління виконанням технологічного процесу може бути представлена як сума керуючих дій для досягнення бажаного показника якості - своєчасності проведення сільськогосподарських робіт; необхідної

якості виконання технологічних операцій; економічної ефективності виконання роботи та інш.

Мета використання додаткового технічного інтелекту полягає в підвищенні ефективності механізованих технологічних процесів агропромислового виробництва за рахунок збільшення використання об'ємів різнопланової інформації та формування раціональних пропозицій по їх управлінню.

Додатковий технічний інтелект, умовно, можна представити системою двох рівнів. Перший – це теорія обчислень (нейронні мережі), яким властиве самовдосконалення – сприйняття інформації, фізична взаємодія з навколишнім середовищем. Другий – теорія логіки – дедукція, індукція, та ін. Система формування алгоритму рішення є апаратом, який виконує функцію регулятора рівня активного стану, здійснює вибірку модуляцію та актуалізацію пріоритету тієї чи іншої функції.

Серед останніх розробок ІМА АПВ НААНУ до систем з додатковим технічним інтелектом може бути віднесений вимірювальний комплекс для визначення глибини ходу робочого органу при розуцільненні ґрунту.

Система працює наступним чином. Частотно-модульований сигнал через відповідну антену МТА направляється в ґрунт. Відбиті від різних шарів ґрунту сигнали поступають через приймальну антену на схему обробки, де відбувається фільтрація та визначення сигналу відбитого від найбільш щільного шару ґрунту на заданому рівні контрольованої глибини. Виділений сигнал заноситься в тимчасову пам'ять, де проходить накопичення сигналів такого значення на протязі заданого періоду часу. Якщо за вказаний час кількість прийнятих сигналів визначеного діапазону становить рівним заданому числу – цей сигнал заноситься в постійну пам'ять та ідентифікується як необхідна глибина ходу робочого органу з розпушення ґрунту. Це значення порівнюється зі значенням реальної глибини ходу робочого органу та формується відповідна команда на її зміну, яка висвітлюється на індикаційному табло. При цьому може бути використана інформація попереднього проходу МТА в даній зоні обробки, дані історії поля та інш.

Додатковий технічний інтелект використовується і в системі агрономічної інтерпретації результатів дистанційного моніторингу стану полів при визначенні раціональної дати початку жнив зернових культур.

На отриманий відповідними засобами дистанційного моніторингу ортофотоплан стану дозрівання зернових культур на різних полях господарства наносяться контрольні точки взяття проб зерна для визначення реальної вологості зерна в колосі.

Вологоміром (наприклад, ВСП-100) визначається значення вологості зерна в колосі на даному полі в даний день, як середньоарифметичне визначених контрольних точок. Визначені значення вологості зерна за



декілька (більше 3) днів заносяться в комп'ютерну програму, яка на основі динаміки зміни вологості зерна проводить розрахунок прогнозного терміну початку жнив на даному полі з врахуванням прогнозу опадів та інших контрольованих факторів.

З врахуванням розрахованого раціонального терміну початку жнив проводиться уточнення запланованого терміну та вносяться необхідні корективи в план підготовки техніки і обладнання до початку жнив.

За результатами аналізу попередніх досліджень використання додаткових інтелектуальних рекомендацій дозволяє збільшити продуктивність праці – до 20%, зменшити витрати палива і технологічних матеріалів на 15-20%, уникнути втрат урожаю - до 30%, зменшити шкідливий антропогенний вплив техніки на навколишнє середовище та інш.

Список використаних джерел

1. Мироненко В. Г. Передумови та особливості створення елементів штучного інтелекту в системах оперативного керування АПК. Вісник аграрної науки. 2016. №5. С.47-51.

2. Нікітченко С. Л. Етапи технічного прогресу у рослинництві: навчальний посібник. Берлін: Директ – Медиа. 2018. 84 с.

3. Броварець О. О. Інформаційні технології та технічні засоби нового покоління для моніторингу й забезпечення якості виконання технологічних процесів при вирощуванні сільськогосподарських культур. Науково-практичний журнал «Зберігання та переробка зерна». 2013. № 6 (171). С. 37-42.

УДК 631.1

## **КОНСТРУКТИВНІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ТЕРМІНУ СЛУЖБИ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ШНЕКІВ**

*Мельник О. П.*

*Житомирський агротехнічний фаховий коледж*

Актуальність теми дослідження. На сьогоднішній день в агропромисловому комплексі ефективно використання спеціального обладнання забезпечується своєчасним технічним обслуговуванням та якісним виконанням ремонтних робіт.

Метою роботи є підвищення зносостійкості та зниження собівартості відновлення робочих поверхонь шнека транспортуючого конвеєра газотермічним способом плазмового напилення зносостійкого композитного покриття.

Конструктивними недоліками шнекових конвеєрів є: висока питома витрата та виділення енергії при транспортуванні абразивних фракцій, стирання та подрібнення матеріалів та підвищений знос робочих поверхонь шнека, що транспортує.

Під час експериментальних досліджень доведено, якщо спіраль встановлена під кутом 10-15° вниз по відношенню до осердя шнека, його продуктивність підвищується на 40-50 %, а зношування поверхні шнека має рівномірний характер зносу.

Однак впровадження пневмогвинтової установки в конструкцію шнекового конвеєра призведе до серйозного подорожчання всього пристрою, також виникне необхідність у забезпеченні додаткових ремонтних заходів пневмогвинтової установки та конвеєра в цілому.

Досліджувалися взаємодії транспортованого абразивного матеріалу із внесеним у конструкцію конвеєра оребреним кожухом. Проводився аналіз впливу числа заходів ребра встановленого кожуха на продуктивність та термін служби шнекового конвеєра, а також розглядалася можливість модернізації загальної конструкції.

Зроблено висновок, що в рамках серійних сільськогосподарських виробництв використання класичних шнекових конвеєрів, що транспортують, займає виправдане першорядне місце, а використання модифікованих пристроїв та механізмів на даний момент економічно недоцільно.

За підсумками проведеного аналізу встановлено, що на даний момент у сільськогосподарському виробництві надійніше та вигідніше використовувати технологічні способи підвищення терміну служби робочих поверхонь шнека, що істотно збільшить термін експлуатації конвеєрів АПК.



Рис. 1. Способи відновлення та зміцнення деталей.

Впливає, що для досягнення високих показників експлуатаційних характеристик шнека, що транспортує, широко застосовуються технологічні способи нанесення функціональних покриттів на робочих поверхнях деталі. Узагальнена класифікація способів відновлення та зміцнення зношених поверхонь деталей представлено рис. 1.

Нанесення гальванічних покриттів. Гальванічні покриття, які наносяться за рахунок електро- та хімічного осадження, відрізняються високою міцністю зчеплення між покриттям, що наноситься, і оброблюваною поверхнею деталі, а також дозволяють отримувати поверхні з широкого спектру композитних матеріалів. Гальванічні покриття за своїми експлуатаційними властивостями відрізняються високою термостійкістю, зносостійкістю, корозійною стійкістю.

Гальванічні покриття за всіх їх переваг мають необхідною міцністю та зносостійкістю тільки при малій їх товщині, тому не можуть використовуватися для відновлювальних операцій складнопрофільних поверхонь деталей.

Електроіскрове легування. Технологія електроіскрового легування заснована на формуванні шарів матеріалу з великим діапазоном фізико-хімічних властивостей, варіюючи електричними режимами. Технологія електроіскрове легування забезпечує підвищення твердості, корозійної стійкості, та інших триботехнічних характеристик деталі та її робочих поверхонь.

Недоліком електроіскрове легування є висока шорсткість нанесеного шару. Крім того, процеси нагріву в зоні імпульсного розряду є головною причиною утворення в шарах залишкових напруг, що наносяться, спричиняє зниження втомної міцності.

Лазерна обробка (наплавлення). Технологія нанесення покриття лазерною наплавкою заснована на нанесенні функціонального матеріалу на поверхню деталі із застосуванням висококонцентрованого потоку енергії - лазерного променя. Головні переваги цієї технології: забезпечення точно призначуваної кількості енергії, що вводиться на поверхню оброблюваної деталі, роздільне регулювання нагріву та плавлення основного та присадочного матеріалів, що наносяться.

Однак для застосування лазерної обробки необхідне спеціальне дороге обладнання та проведення великої кількості експериментальних досліджень з підбору матеріалу нанесення, що пов'язано з ймовірністю формування покриттів з високою втомною міцністю і залишковими напруженнями. Найбільш поширеними способами нанесення матеріалу із заданими експлуатаційними властивостями є газотермічна наплавка та напилення. Наплавлення та напилення переслідують дві технологічні цілі: відновлення геометрії та габаритних розмірів деталі, а також нанесення поверхневого шару із спеціальними експлуатаційними властивостями з метою продовження терміну служби механізму.

Висновок. На сьогоднішній день АПК під час відновлення та ремонту спеціальної техніки активно застосовуються технології газотермічного зміцнення. Враховуючи техніко-економічний порівняльний аналіз способів відновлення та зміцнення деталей машин зроблений висновок, що актуальною технологією відновлення зношених поверхонь шнека транспортуючого конвеєра є плазмове напилення. Плазмове напилення є логічним розвитком електродугового металізації. Використовуючи основу даної технології, а саме плазму, можна наносити багатофункціональне покриття майже з усіх відомих матеріалів, у тому числі з порошкових композитів. Саме за допомогою плазмового напилення можна провести експериментальний підбір складу композитного матеріалу для напилення, а також розробити рекомендації щодо призначення раціональних технологічних режимів напилення одержаного композиту.

Список використаних джерел

1. Адамчук В. В., Насонов В. А., Кюрчев В. М., Надикто В. Т. Розроблення і впровадження в агропромислове виробництво комплексів технічних засобів для вирощування зернових та інших культур за енерго-, ресурсоощадними технологіями: монографія. Київ. Аграрна наука. 2016. 368 с.

2. Войтюк В. Д. Техніко-технологічний розвиток системи сервісу енергонасиченої сільськогосподарської техніки : дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : 05.05.11. Таврійський державний агротехнічний університет. Мелітополь, 2012. 382 с.

3. Козаченко О. В. Проблеми ресурсозбереження у сільськогосподарських агрегатах: монографія. Харків. Торнадо, 2008. 272 с.

4. Новицький А. В. Моніторинг матеріально-технічного забезпечення та надійності техніки АПК в системі розвитку інноваційних процесів. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2019, Vol. 10, No 3, P. 87–94.

УДК 629.017:631.3

## **НАДІЙНІСТЬ ЗАСОБІВ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ І РОЗДАВАННЯ КОРМІВ ЯК СКЛАДОВА СИСТЕМИ ТОЧНОГО ТВАРИННИЦТВА**

*Новицький А. В.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Однією з основних галузей аграрного виробництва є тваринництво. Подрібнення, змішування, транспортування, дозування і роздавання кормів

є важливим завданням у тваринництві. На всіх етапах реалізації представленого завдання необхідно зосереджувати увагу на наступних складових: забезпеченні зоотехнічних вимог; покращенні фізико-механічних властивостей; зменшенні витрат корму [3]. Автори окремих досліджень пропонують для рогатої худоби використовувати збалансований за поживними речовинами раціон, який базується на фізіологічних потребах жуйних тварин на різних стадіях росту.

В багатьох статтях [1, 2] відмічена актуальність і важливість досліджень за напрямом «Точне тваринництво». Науковий напрям «Точне тваринництво» отримав поширення в різних країнах світу з моменту його формування в 2003 році, базується на досягненнях промисловості 4.0 і IoT технологій і включає дослідження та використання глобального позиціонування, географічних інформаційних систем, технологій оцінки продуктивності тварин [1, 3]. Як зазначають автори [1, 3], точне тваринництво – це сучасний технологічний підхід до розвитку зазначеної проблеми і охоплює етичні, економічні та логістичні аспекти. Автори окремих робіт [5, 6, 10] зазначають, що для сталого розвитку тваринницької галузі необхідне використання сучасних технологій, розробка нових та удосконалення існуючих засобів для приготування і роздавання кормів (ЗПРК). Основними ресурсами, які забезпечують якісне подрібнення, змішування, транспортування, дозування та роздавання кормів визначено наступні: комп'ютеризація технологічного процесу; ефективне та надійне обладнання; сервіс за вимогою; фаховий персонал. Зазначені складові визначають напрями наукових і практичних досліджень для їх реалізації:

- використання наукових підходів до формування заходів забезпечення надійності ЗПРК [10];

- уточнення інформація про показники надійності та критерії граничного стану робочих органів в керівних матеріалах на використання ЗПРК [9, 11];

- методична підготовка персоналу який займається монтажем та експлуатацією, технічним обслуговуванням та ремонтом ЗПРК [4, 7].

Виходячи із зазначеного, можна акцентувати, що потребує вивчення та реалізації системи збирання інформації про надійність ЗПРК, включаючи випробування на надійність. Перспективним напрямом для забезпечення надійності ЗПРК є використання систем телеметрії для отримання інформації про стан техніки та її напрацювання.

#### Список використаних джерел

1. Moallem, U., & Lifshitz, L. (2020). Accuracy and homogeneity of total mixed rations processed through trailer mixer or self-propelled mixer, and effects on the yields of high-yielding dairy cows. December 2020. *Animal Feed Science and Technology*, 270, article 114708. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2020.114708.

2. Morrone, S., Dimauro, C., Gambella, F., & Cappai, M.G. (2022). Industry 4.0 and precision livestock farming (PLF): An up to date overview across

animal productions. *Sensors*, 22(12), article number 4319. doi: 10.3390/s22124319.

3. Norton, T., Chen, C., Larsen, M.L.V., & Berckmans, D. (2019). Review: Precision livestock farming: building “digital representations” to bring the animals closer to the farmer. *Animal*, 13(12), 3009-3017. doi: 10.1017/S175173111900199X.

4. Novitskiy, A., Banniy, O., & Novitskiy, Yu. (2023). Logical-probabilistic model of the reliability of means for preparing and distributing fodder. *Machinery & Energetics*, 14(1). <https://technicalscience.com.ua/uk/journals/t-14-1-2023/logiko-imovirnisna-modyel-otsinki-nadiynosti-zasobiv-dlya-prigotuvannya-i-rozdavannya-kormiv>.

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

6. Revenko Ivan, Khmelovskyi Vasyl, Revenko Yulii, Rebenko Victor, Potapova Svitlana (2023). Justification of parameters affecting increase of hammer crusher productivity. *Engineering for rural development. 24-26.05.2023 Jelgava. 714-720.*

7. Zinoviyy Ruzhylo, Andriy Novitskii, Dmytro Milko, Volodymyr Bulgakov, Ivan Beloev, Adolfs Rucins. Mathematical model for reliability assessment of device for preparation and distribution of animal feed as “Man-Machine”. *Engineering for rural development. 25-27.05.2022 Jelgava, 2022. pp. 911-917.*

8. Науменко О. А., Петруша Є. З., Нагорний С. А. Матеріально-технічна база і виробництво продукції тваринництва у фермерських господарствах. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. 2014. Вип. 144. С. 97–102.*

9. Новицький А. В. Моніторинг технічного стану ЗПРК за керівними матеріалами на їх експлуатацію. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки, Кропивницький. Україна. 2022. Вип. 5(36), ч. II. С. 73–85.*

10. Новицький А. В. Огляд теоретичних досліджень надійного функціонування складних технічних систем у тваринництві. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК. К., 2016. Вип. 254. ч. 3. С. 221–335.*

11. Новицький А. В., Харьковський І. С., Новицький Ю. А. Моніторинг технічного стану сільськогосподарської техніки за керівними матеріалами на її експлуатацію. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12, No 4. P. 85–93.*

УДК 621.785.534.4

## МІКРОСТРУКТУРНИЙ АНАЛІЗ ПІДПОВЕРХНЕВОЇ ДЕФОРМАЦІЇ, ВИКЛИКАНОЇ РІЗАННЯМ, В РЕЗУЛЬТАТІ РІЗНИХ КОМБІНАЦІЙ ТЕПЛОВИХ І МЕХАНІЧНИХ ВПЛИВІВ

Паладійчук Ю. Б., Телятник І. А.

Вінницького національного аграрного університету

Постановка проблеми. Створення певних механічних або термічних умов під час процесу різання загалом не вирішує проблему цілісності поверхні заготовки повністю. Це тому, що такі умови не можуть повністю врахувати локальні умови, які розвиваються на межі між боковою стороною інструменту та поверхнею заготовки, яка піддається пластичній деформації [1]. Фактично не існує чіткої взаємозв'язку між такими вимірюваннями теплових або механічних полів (наприклад, сили різання, температури різання або швидкості деформації) та процесом пластичної деформації, яка відбувається в мікроструктурі заготовки.

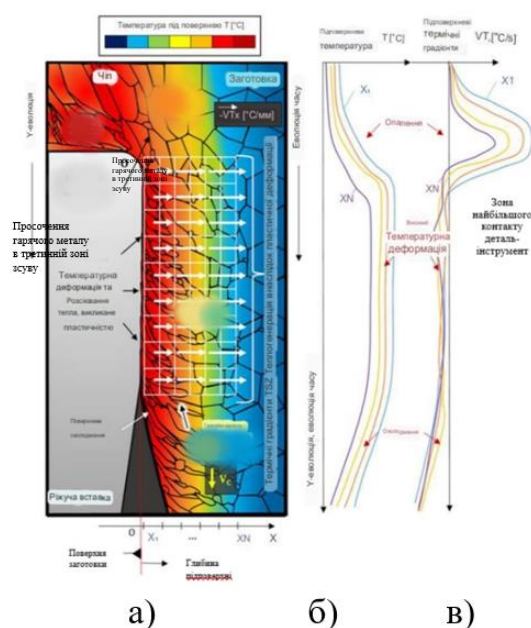


Рис. 1. Схематичне зображення еволюції теплового поля та градієнтів температури в зонах зсуву металу внаслідок фрикційної взаємодії та пластичної деформації, що розвивається на межі розділу інструмент – заготовка: а – підповерхневе теплове поле та просторові температурні градієнти, викликані обробленою поверхнею процесом пластичної деформації; б – зміна температури; в – температурних градієнтів у часі на різних глибинах під поверхнею, коли шари заготовки перетинають поверхню заготовки інструменту, показуючи фази нагрівання та охолодження, розділені високотемпературною областю деформації.



Замість цього, енергетичний опис, який враховує інтенсивність теплових полів, що локально розвиваються в деформуючих підповерхневих об'ємах, і швидкість, з якою такі зміни відбуваються, може пояснити взаємозв'язок між ефектом (наприклад, тепла еволюція та температурні поля в третинній зоні зсуву) та його причиною (пластична деформація під поверхнею) [1, 2].

Аналіз останніх досліджень. Для отримання опису еволюції процесу пластичної деформації в третинній зоні зсуву можна використовувати аналіз енергетичного балансу. Під впливом різання виникає виділення тепла, що призводить до створення високих температурних градієнтів і, відповідно, теплопровідності в підповерхневих шарах заготовки [2, 3].

Використання рівнянь теплового балансу в областях, розташованих у третинній зоні зсуву, дозволяє відобразити розподіл теплоутворення, що допомагає визначити етапи, що характеризують процес підповерхневої мікроструктурної деформації [3].

Таким чином, відкритими питаннями, які впливають із цього аналізу, є:

✓ часова і просторова еволюція температурних полів і градієнтів (Рис. 1 а і в) яким підповерхням заготовки піддаються під час перетину поверхні розділу заготовки інструменту?

✓ вигляд форм таких теплових циклів (рис. 1 б і в) викликані в матеріалі заготовки під впливом термофізичних граничних умов під час різання, і який зв'язок існує між швидкостями нагрівання та охолодження, які зазнає нижня поверхня заготовки, та її мікроструктурною цілісністю?

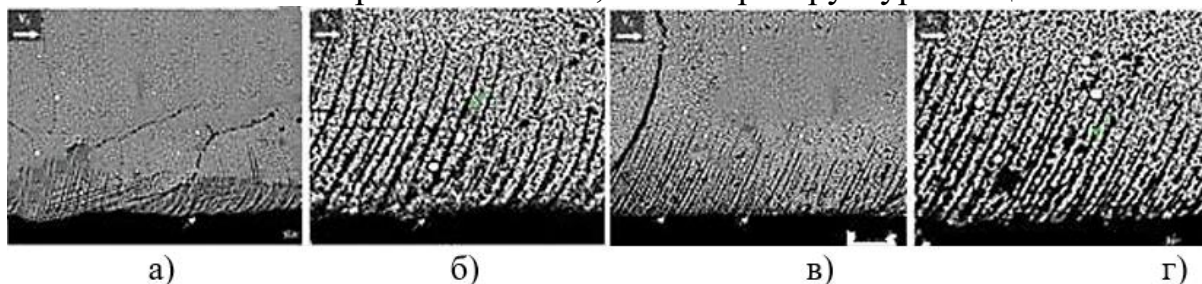


Рис. 2. Мікроструктурна цілісність поверхні в результаті звичайних умов різання; а – опір матеріалу, спричинений проміжними тепловими ефектами та механічними впливами низької інтенсивності; б – деталі слідів деформації, спричинених термічними ефектами низької інтенсивності та проміжними механічними впливами на поверхні заготовки; в – опір матеріалу, викликаний помірними тепловими ефектами та проміжними механічними впливами; г – деталі слідів деформації, спричинених помірними термічними та проміжними механічними впливами.

Мета дослідження. Аналіз підповерхневої деформації, що викликана різанням, в результаті різних комбінацій теплових і механічних впливів



Результати досліджень. Навантаження, яке виникає на деталі під час механічної обробки, найбільше впливає на мікроструктурну деформацію в найповерхневіших шарах під обробленою поверхнею [4]. Різниця у важливих параметрах, таких як температурні поля, що виникають за різних сценаріїв різання, може бути пояснена. Наприклад, при звичайних умовах різання, коли температура досягає близько 900 °С на вставках при швидкості 30 м/хв, спостерігається значно вища температура, ніж при різанні полікристалічним кубічним нітридом бору при тій же швидкості, де температура досягає близько 700 °С. Експерименти з агресивним різанням, які включають температури різання понад 1100 °С і швидкості до 130 м/хв, створюють більш екстремальні умови для механічного та термічного впливу на деталь [4, 5].

Тепер наша увага зосереджена на результаті таких систем термічного та механічного впливу на цілісність поверхні та їх взаємозв'язок із підповерхневими станами [5].

Висновок. Мікроструктурна цілісність поверхонь, отриманих в звичайних і агресивних сценаріях різання, має відмінні властивості. Шар опору матеріалу шарів у діапазоні 11–15 мкм та спільні глибини, на які впливає первинна зона, були вивчені у випробуваннях з різання з використанням вставок полікристалічного кубічного нітриду бору та цементованого карбїду. Помітно, що значення шару опору матеріалу мають подібну тенденцію, незважаючи на різні комбінації теплових і механічних впливів. Обидва випадки показують наявність серії вузьких слідів деформації на обробленій поверхні, які поширюються вглиб матеріалу, спотворюючи решітку через пластичну деформацію, спричинену різанням.

#### Список використаних джерел

1. Веселовська Н. Р., Паладійчук Ю. Б., Телятник І. А. Дослідження мікротвердості поверхні циліндричної деталі при деформаційному протягуванні. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2022. № 3 (118). С. 31-42.

2. Паладійчук Ю. Б. Протягування порожнистих деталей машин інструментом з рельєфоутворювальними секціями: Автореф. дис. канд. техн. наук : 05.03.01. Ю. Б. Паладійчук; Нац. техн. ун-т України "Київ. політехн. ін-т". - К., 2002. - 19 с.

3. Шейкін С. Є., Студенець С. Ф., Мельниченко В. В., Мельниченко Я. В. Технологія відновлення карданних валів з застосуванням градієнтного деформаційного зміцнення. *Високі технології в машинобудуванні*. 2016. Вип. 1 (26). С. 118-125.

4. E. Posviatenko, N. Posviatenko, R. Budyak, L. Shvets, Y. Paladiichuk, P. Aksom, I. Rybak, V. Sabadach, V. Hryhorychen. Influence of a material the technological factors on improvement of operating properties of machine parts by reliefs and film coatings. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. № 5/12 (95). P. 48-56. ISSN 1729-3774.

5. Бандура В. М., Будяк Р.В. Дослідження фізико-механічних властивостей поверхні гільз після протягування. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2014. № 1.5 (67). С. 38-40.

УДК 631.33.024.2

## СПОСІБ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ТА ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТУ ТЕРТЯ

*Бучко І. О., Руденко В. Г., Добранський С. С., Шут Д. П.  
Житомирський агротехнічний фаховий коледж*

Існує багато видів зносу деталей сільськогосподарської техніки і, завдяки умовам їх утворення та розвитку, існує багато способів усунення або локалізації процесу зношування. У сільськогосподарському виробництві зносостійкість механічних деталей можна підвищити різними методами, які можуть продовжити термін їх служби, такими як підвищення твердості та зменшення пластичності поверхневого шару і, в деяких випадках, зміною хімічного складу та фазового складу цього шару. Термін експлуатації сільськогосподарських машин залишається досить низьким через малі строки служби їх робочих органів, а ремонт або заміна їх на нові вимагають великих коштів.

В першу чергу це стосується ґрунтообробної техніки, робочі органи яких працюють у складних польових умовах зі значними навантаженнями, вібраціями, ударами. Швидке спрацьовування робочих органів може призвести до зниження продуктивності агрегату та якості роботи, що зрештою призведе до збільшення собівартості сільськогосподарської продукції. В основному це пов'язано з різним складом основних механічних компонентів глини та піску в ґрунті.

У зв'язку з цим актуальними є роботи, які націлені на дослідження матеріалів з яких виготовляють робочі органи сільськогосподарських машин з метою пошуку шляхів підвищення їх зносостійкості та довговічності.

Існує установка для дослідження зносостійкості зразків виготовлених зі сталі 65Г, що дозволяє регулювати щільність абразивної маси та питомий тиск в контакті за рахунок зміни глибини занурення (в діапазоні від  $l_1$  до  $l_2$ ) зразків в абразивну масу (рис. 1). В даній установці досліджувальні зразки  $30 \times 30 \times 8$  встановлюються в горизонтальному положенні, за рахунок чого зменшується навантаження на вал моторредуктора. Привод вала-тримача

здійснюється від моторредуктора 16.3730 постійного струму, що дозволяє варіювати швидкість руху зразків в діапазоні 1-15 м/хв.

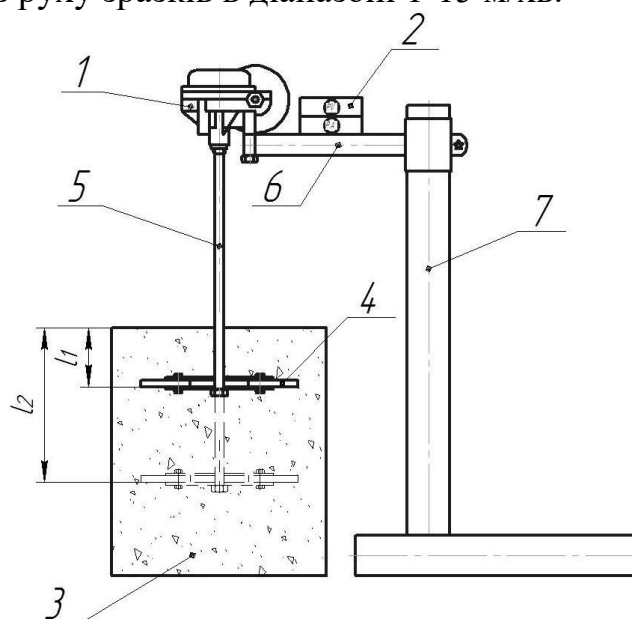


Рис. 1. Установка для дослідження зносостійкості сталі 65Г та визначення коефіцієнта тертя: 1 – моторредуктор, 2 – вольтамперметр, 3 – ємкість з піском, 4 – досліджувальні зразки, 5 – вал-тримач, 6 – коромисло, 7 – стійка.

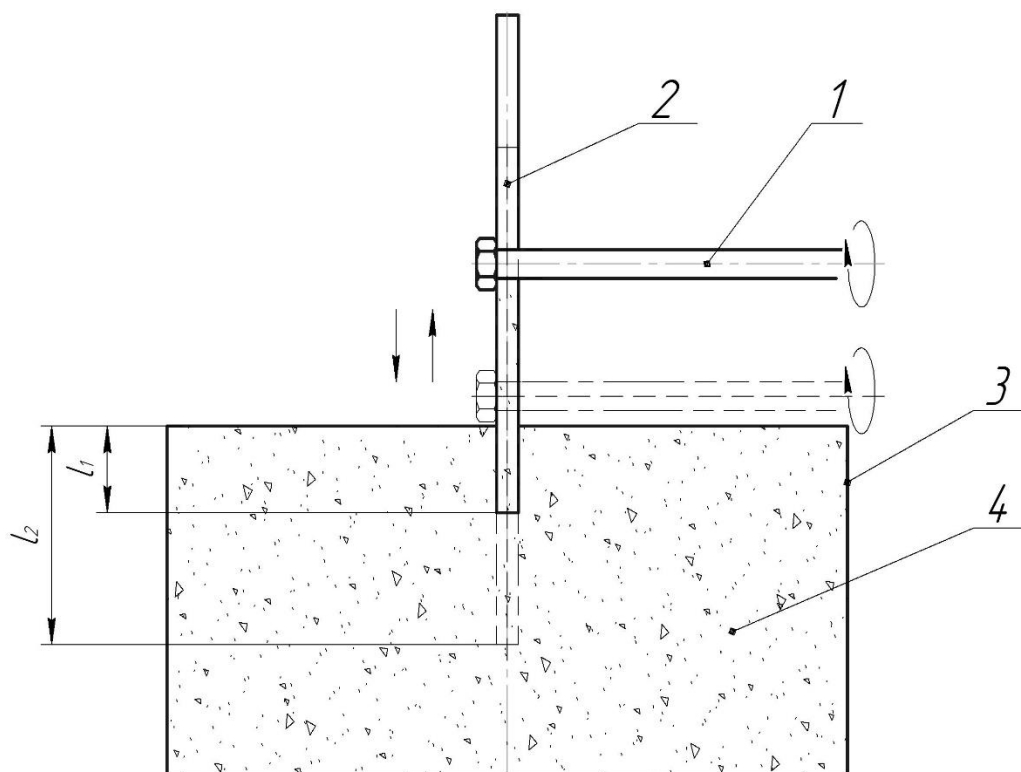


Рис. 2. Установка для дослідження зносостійкості матеріалів: 1 – вал-тримач, 2 – зразок, 3 – циліндричний стакан, 4 – абразивна маса.

Під час проведення досліджень на зносостійкість сталі 65Г за допомогою вольтамперметра 2 знімаються показники сили струму та напруги з ротора двигуна в залежності від величини зносу зразків сталі 65Г, що дозволить визначити показник коефіцієнту тертя.

Однак при такій фіксації досліджувальних зразків (рис. 1) в контакт з абразивною масою буде перебувати і кріплення, що в свою чергу буде впливати на показники сили струму та напруги на роторі двигуна і не дозволить без великої похибки визначити коефіцієнт тертя.

Нами пропонується змінити форму зразків на круглу і використовувати спосіб дослідження, що зображено на рис. 2.

При даному способі дослідження тільки дослідний зразок взаємодіє з абразивом, що дозволить чітко визначати зміни показників сили струму та напруги з ротора двигуна в залежності від величини зносу зразків сталі 65Г, що дозволить точно визначити показник коефіцієнту тертя.

Список використаних джерел

1. Пат. 142715 Україна, МПК G01N3/56 Установа для дослідження зносостійкості матеріалів. І. О. Бучко, В. І. Дворук, К. В. Борак, С. С. Добранський. заявник І. О. Бучко. u 2019 11856; заяв. 12.12.2019; опублік. 25.06.2020, Бюл. №12 2020 р.

УДК 621.785.534.4

## **ВПЛИВ ТЕПЛОВОГО ПОЛЯ НА МЕЖІ КОТАКТУВАННЯ ІНСТРУМЕНТУ-ЗАГОТОВКИ ПРИ МЕХАНІЧНІЙ ОБРОБЦІ**

*Телятник І. А.*

*Вінницького національного аграрного університету*

Постановка проблеми. Оскільки цілісність поверхні, яка зазнала механічної обробки, може відігравати ключову роль у визначенні здатності матеріалу витримувати навантаження під час експлуатації, розуміння цього аспекту є особливо важливим для промисловості, що виробляє високоякісні компоненти, такі як авіаційні, ядерні або автомобільні [1].

Попередні дослідження були спрямовані на розгляд ролі теплових та механічних впливів на утворення аномалій на поверхні, що виникають внаслідок механічної обробки. Однак подальший аналіз наукової літератури підтверджує, що, незважаючи на їхню важливість у поясненні процесів мікроструктурної деформації під час механічної обробки, вивчення термічної історії оброблених поверхонь залишається малодослідженою темою. Під час формування стружки інтенсивна деформація матеріалу

відбувається одночасно в трьох різних областях, що прилягають до інструмента [1, 2].

Аналіз останніх досліджень. Дослідження теплоутворення та температурні поля в зоні первинного і вторинного зсуву, спричинені механічною обробкою, акцентують увагу на вивченні явищ теплопередачі в цих областях і визначенні основних параметрів для їх аналізу. Проте, існує значний пробіл в дослідженнях, що стосуються третинної зони зсуву, тобто області на граничній лінії бічної частини заготовки

Аналіз термічного контактного опору при різанні з використанням високошвидкісної термографії та скануючої електронної мікроскопії, що розкриває його вплив на теплопровідність на межі інструмент-заготовка. Хоча були проведені дослідження щодо температурних змін на поверхні під час різання, існує значна неясність щодо взаємозв'язку цієї поверхневої температури з мікроструктурним станом, викликаним механічною обробкою [1, 2].

Хоча було проведено ряд досліджень, що аналізують температуру поверхні під час різання, все ж є значний пробіл в знаннях стосовно взаємозв'язку цієї поверхневої температури з мікроструктурним станом, викликаним механічною обробкою. Фокусуючись на сплавах Cu, Fe та Al, була розроблена вдосконалена модель джерела тепла з метою опису еволюції температури обробленої поверхні під час різання, включаючи вплив швидкостей нагрівання та охолодження [2].

Використання інфрачервоного термічного вимірювання для аналізу теплового передавання в матеріалі під час свердління інварного типу, показуючи змінливість цього процесу в умовах сухого і вологого середовища. Проте до цього часу не проведено досліджень, які б розкрили зв'язок між температурою поверхні в третинній зоні зсуву та металургічним станом, що виникає внаслідок цього процесу.

Вищезазначений брак інформації про еволюцію теплового поля в третинній зоні зсуву у зв'язку з деформацією під поверхнею, спричиненою механічною обробкою, здається значним обмеженням і різко контрастує з чудовим прогресом у дослідженні дрібномасштабних металургічних особливостей оброблених поверхонь. Фактично, коли збереження металургічної цілісності поверхні стає вирішальним фактором для забезпечення продуктивності деталей, необхідно детально проаналізувати наявні мікроструктурні зміни, обумовлені механічною обробкою [2,3].

Мета дослідження. Аналіз теплового режиму, що виникає на поверхні заготовки під час механічної обробки і в результаті пластичної деформації.

Результати досліджень. Аналіз фізичних умов, що формуються при взаємодії інструмента із заготовкою, є важливим для розуміння впливу на інструмент-деталь поверхні оброблених деталей. На рисунку 1а видно температурну карту вздовж межі контакту інструмента і деталі, де проміжний рівень теплового поля був відтворений за допомогою вставки з

цементованого карбіду при помірній швидкості обробки. Так як температурні карти показують температури вище  $300^{\circ}\text{C}$ , то об'єм заготовки далеко від межі різання (позначено темно-синім кольором) на рисунку 5а здається тепловим напливом. У зоні контакту інструмента з деталлю, де формується стружка, спостерігаються високотемпературні області [4].

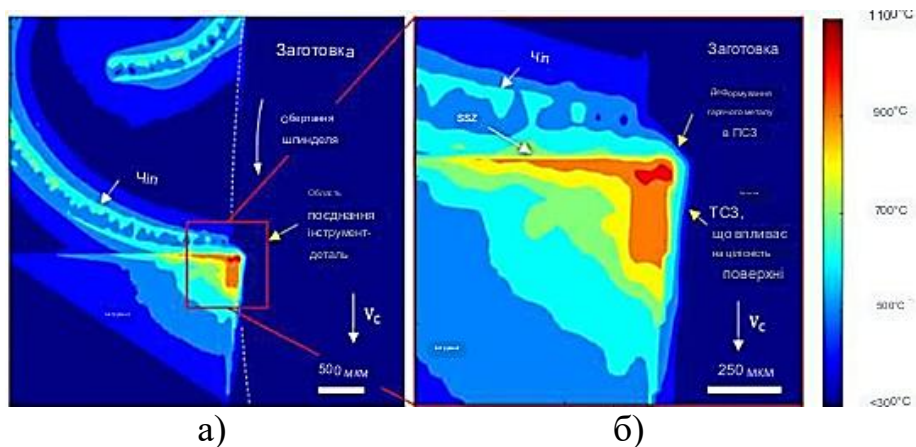


Рис. 1. Приклад карти температури поверхні розділу інструмент-заготовка при проміжній напруженості теплового поля: а – репрезентативні характеристики теплового поля, викликаного різанням, на межі розділу інструмент-деталь; б – збільшене зображення в області наконечника інструмента для ідентифікації зон зсуву металу, тобто первинна зона зсуву, вторинна зона зсуву і третинна зона зсуву.

На стику між мікросхемою, інструментом та деталлю, як показано на рисунку 5б, можна виділити три термічні зони. Можна спостерігати ряд похилих ізотермічних ліній на межі між необрізаним вихідним матеріалом заготовки і ріжучою кромкою. У цій області високотемпературний об'єм визначає первинну зону зсуву, яка відокремлює заготовку від стружки, і це підкреслює відповідність між областями локалізації деформації і формою температурного поля.

Аналогічно, температурне поле може бути пов'язане з пластичною деформацією на межі інструмент-стружка, де розвивається вторинна зона зсуву через тертя стружки і, що найважливіше, у відповідності третинна зона зсуву, де оброблена поверхня механічно взаємодіє з боковою стороною інструменту [5].

Висновки. Було проведено аналіз історії температурних змін в шарах матеріалу, які піддавалися пластичній деформації внаслідок механічної обробки, а також в умовах інтенсивної термомеханічної взаємодії з заготовкою. Зокрема, хоча агресивні та звичайні експерименти виявили різні комбінації термічних та механічних впливів, ми шукаємо уніфікований підхід для систематичного аналізу деформації матеріалу під поверхнею при розгляді цих умов. З цією метою ми спершу докладно оцінимо

мікроструктурну стійкість поверхні, розглядаючи характер і розмір пластичних деформаційних шарів, спричинених механічною обробкою, в контексті різних експериментальних сценаріїв.

Список використаних джерел

1. Паладійчук Ю. Б. Протягування порожнистих деталей машин інструментом з рельєфоутворювальними секціями: Автореф. дис. канд. техн. наук : 05.03.01. Ю. Б. Паладійчук; Нац. техн. ун-т України "Київ. політехн. ін-т". Київ. 2002. 19 с.

2. Paladiichuk Y. Study of characteristics of growth formation after deformation strength during deforming strength. Architecture Medical sciences Technical science Physics and mathematics. 2021. №2 (89). P. 30-35. ISSN 2520-6990. DOI: 10. 24412/2520-2480-2021-289-30-36.

3. Веселовська Н. Р., Паладійчук Ю. Б., Телятник І. А. Дослідження мікротвердості поверхні циліндричної деталі при деформаційному протягуванні. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2022. № 3 (118). С. 31-42.

4. E. Posviatenko, N. Posviatenko, R. Budyak, L. Shvets, Y. Paladiichuk, P. Aksom, I. Rybak, B. Sabadach, V. Hryhorychen. Influence of a material the technological factors on improvement of operating properties of machine parts by reliefs and film coatings. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018. № 5/12 (95). P. 48-56. ISSN 1729-3774.

5. Ya. Nemyrovskiy, I. Shepelenko, E. Posviatenko, Yu. Tsekhanov, S. Polotnyak, S. Sardak, Y. Paladiichuk. Desining the structures of solid-alloy elements for broaching the holes of significant diameter based on the assessment of their strength Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2020. № 3. (7-105), P. 57-65.

УДК 631.313.6

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОСУ ДИСКІВ ГРУНТООБРОБНИХ АГРЕГАТІВ**

*Степченко С., Войновський В.*

*ДНУ «УкрНДІПВТ імені Леоніда Погорілого»*

Постановка проблеми. З появою потужних тракторів і збільшенням питомих зусиль на ширину захвату с. г. знарядь стало можливим збільшення швидкісних технологічних режимів роботи, що різко вплинуло на ресурс та зношування дисків та додатково поглибило зацікавленість розробників і споживачів с. г. техніки до впровадження стійких сталей до абразивних, ударних, вібраційно-коливальних навантажень [1-3].

В структурі парку с.-г. машин України близько 40 % від загальної кількості ґрунтообробних знарядь займають дискові борони [4]. Причому, якість їх роботи в значній мірі залежить від характеристик матеріалу та конструкційних параметрів дискових робочих органів. В процесі роботи номінальні розміри диска, в результаті спрацювання зазнають змін, що значно впливає на всі показники технологічного процесу – глибину обробітку, гребенистість, підрізання бур'янів та інші. Тому постає проблема у дослідженні процесу зношування дисків для подальшого їх удосконалення та підвищення ефективності експлуатації дискових ґрунтообробних знарядь.

**Мета роботи.** Оцінювання кількісних і якісних параметрів зносу дискових робочих органів агрегата ґрунтообробного ДЛ-2,5 на основі відстеження їхнього стану під час випробувань в умовах дослідної експлуатації за 6-ти річний період та прогнозування можливості подальшої експлуатації агрегату.

**Матеріали і методи.** Аналітичний аналіз конструкції машини, визначення лінійних розмірів переднього і заднього рядів дисків стандартизованими методами вимірювання [5] та статистична обробка даних за Б.А. Доспеховим [6].

Аналіз експериментальних даних проводили на основі щорічного протягом 6-ти років вимірювання змін діаметра диска в межах початкового і допустимого його розмірів, що дозволяє виконувати роботу на рівні агрономог [7].

Під час дослідної експлуатації випробовувався агрегат ґрунтообробний ДЛ-2,5 що є розробкою українського підприємства та укомплектований дисками з боромісткої сталі 28MnB5. Він призначений для роботи в діапазоні мілкою і середнього обробітків ґрунту і використовується на наступних технологічних операціях - луцення стерні; основному та передпосівному обробітках ґрунту під різні с.-г. культури; подрібненні та загортанні у ґрунт пожнивних решток та стебел бур'янів.

**Результати досліджень.** Вхідними даними для ресурсних випробувань агрегата ґрунтообробного ДЛ-2,5 послужили різні види робіт в певних обсягах, які велися на території УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого впродовж 2017-2022 років по ґрунтах – чорнозем глибокий малогумусний середньосуглинковий, їх твердості від 0,4 МПа до 1,5 МПа та вологості до 27 %.

Під час обстеження всіх вузлів агрегату та оцінювання стану зміни їх параметрів було встановлено, що найбільше відмов виникає у вузлах дискових робочих органів, а саме знос їх по зовнішньому діаметру та товщині ріжучої крайки. За загальної кількості 20 дисків, що були встановлені на агрегаті, протягом 6-ти річного періоду, наробіток кожного диска склав 121 га. Моніторинг зміни параметрів дисків протягом ресурсних



випробувань включав контроль розмірів в дисках переднього і заднього рядів. Наробіток агрегата за роками з наростанням: 2017 р. – 395,4 га; 2018 р. – 808,7 га; 2019 р. – 1265,0 га; 2020 р. – 1622,6 га; 2021 р. – 2022,6 га; 2022 р. – 2430,6 га. Як видно із таблиці 2, середнє значення діаметра переднього ряду дисків агрегата при загальному наробітку 2430,6 га склало 524 мм (від початкового значення 566 мм), а заднього – 543 мм. Таким чином їх знос по діаметру склав 42 мм і 23 мм відповідно.

На рисунку 2 показано, що передній ряд дисків агрегату спрацювався швидше, ніж задній, майже в два рази – 60,2% проти 32,8%. Це пояснюється тим, вони працюють в більш агресивному ґрунтовому середовищі. Отже їх розрахунковий залишковий ресурс у ході виконанні подальших агротехнологічних операції прогнозується на рівні 39,8%, а заднього ряду – 67,2% відповідно.

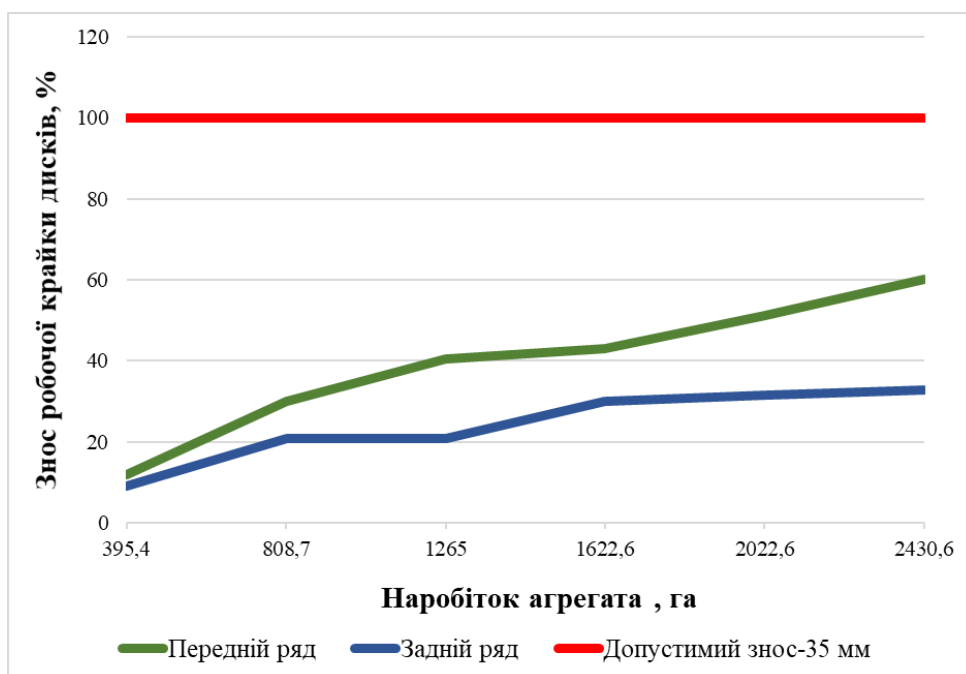


Рис. 2. Динаміка зносу робочої крайки дисків ґрунтообробних агрегатів за 2017-2022 рр.

**Висновки.** На основі експериментальних досліджень отримано об'єктивну достовірну інформацію про параметри зносу дискових робочих органів агрегата ґрунтообробного ДЛ-2,5 в умовах господарської експлуатації в зоні Лісостепу України.

За шестирічний період випробувань при загальному обсягу робіт виконаних агрегатом 2430,6 га (2017 р. – 395,4 га; 2018 р. – 413,3 га; 2019 р. – 456,3 га; 2020 р. – 357,6 га; 2021р. – 400,0 га; 2022 р. – 408,0 га) та досягненні наробітку на один диск – 120 га, знос робочої крайки дисків переднього та заднього рядів склав відповідно 21,1 мм та 11,5 мм за допустимого значення 35 мм, або у відсотках відповідно – 60,2 та 32,8.

Відповідно цьому розрахунковий залишковий ресурс прогнозується на рівні 39,8 % та 67,2 %. За результатами ресурсних випробувань протягом 2017-2022 років агрегат зберіг свій працездатний стан, забезпечував необхідні регулювання, агрегатування, транспортування та мав естетичний вигляд.

Список використаних джерел

1. Shizhong, W. E. I., Liujie, X. U. (2020). Review on research progress of steel and iron wear-resistant materials. *Acta Metallurgica Sinica*, 56(4), 523-538. [https://doi: 10.11900/0412.1961.2019.00370](https://doi.org/10.11900/0412.1961.2019.00370).

2. Raabe, D., Sun, B., Kwiatkowski Da Silva, A. et al. (2020). Current Challenges and Opportunities in Microstructure-Related Properties of Advanced High-Strength Steels. *Metall Mater Trans. A* 51, 5517–5586. <https://doi.org/10.1007/s11661-020-05947-2>.

3. Dvoruk, V. I., Borak, K. V. (2017). Research of wear-resistance working organs of disk tillage machinery. *Problems of Tribology*, 85(3), 100. Retrieved from <https://tribology.khnu.km.ua/index.php/ProbTrib/article/view/620>.

4. Грабар І. Г., Антонюк Н. О. (2022). Характеристика робочих органів дискових ґрунтообробних машин, особливості їх зношування та формоутворення в процесі експлуатації. Збірник тез ІХ Міжнародної науково-технічної он-лайн конференцію з нагоди 115-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, члена-кореспондента ВАСГНІЛ, віце-президента УАСГН Крамарова Володимира Савовича (1906-1987) та 90-річчя кафедри надійності техніки НУБіП України «Крамаровські читання». Київ: НУБіП. с.45. [https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u377/zbirnik\\_tez\\_kch2022v3.pdf](https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u377/zbirnik_tez_kch2022v3.pdf).

5. КД 46.16.02.03-93. Техніка сільськогосподарська. Класифікаційні та конструкційні показники. Методи визначення. 1993-08-01. [http://www.ndipvt.com.ua/FND/Pokaz\\_ND.pdf](http://www.ndipvt.com.ua/FND/Pokaz_ND.pdf).

9. Чернілевський, М. С., Білявський, Ю. А., Кропивницький, Р. Б., Ворона, Л. І. (2012). Агротехнічні вимоги та оцінка якості обробітку ґрунту. Житомирський національний агроєкологічний університет. Навч. посіб. 84 с.

УДК 631.354

## МЕХАНІЧНЕ ТРАВМУВАННЯ ЗЕРНА ПРИ ЗБИРАННІ

*Кузьмич А. Я, Анеляк М. М.*

*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН*

Зерно під час збирання та післязбиральної обробки зазнає ушкоджень внаслідок інтенсивного впливу на нього робочих органів і механізмів.

Травмування зерна відбувається за рахунок протікання таких процесів: ударне зіткнення зерна поверхніми робочих органів, за рахунок тертя зерна між собою та з контактною поверхнею робочих органів. Механічні форми травм поділяють на три групи: бите зерно, зерно з макротравмами, зерно з мікротравмами. Травмування зерна призводить до погіршення його якості та характеристик зберігання, а також зниження продовольчих та технологічних властивостей. Причиною травмування зерна є дія на нього робочих органів збиральних та очисних машин, транспортерів, сушарок. Згідно досліджень, в середньому до 70% зерна травмується зернозбиральним комбайном. Високий ступінь травмування зерна при його збиранні та первинній обробці є однією з причин, які перешкоджають його просуванню на європейські та світові ринки.

Проте питанням травмування зерна при його збиранні та первинній обробці приділено недостатньо уваги.

Частка зерен з макротравмуванням (дроблене, сплющене і здавлене з пошкодженим зародком або відокремленою частиною зернини) складає близько 3–5%. Кількість же зерен з мікропошкодженнями (пошкоджена оболонка, приховані внутрішні дефекти – подряпини, вм'ятини, тріщини, тощо) досягає рівня 50–80% і більше.

Травмування зерна за обмолочування, сепарації і транспортування залежить від багатьох чинників. До них відносять: фізико-механічні властивості технологічного матеріалу; фактори, що пов'язані з конструкцією зернозбиральних машин; технологічні регулювання і режим роботи основних механізмів комбайна; технічний стан деталей.

В ІМА АПВ на протязі останніх років проведено ряд досліджень щодо визначення ступеня травмування зерна зернозбиральними комбайнами з різними схемами технологічного процесу, зокрема встановлення залежностей значення мікропошкоджень насіння від режимів робочих органів молотильного апарату та завантаження молотарки хлібною масою.

Встановлено, що на ступінь травмування зерна за обмолоту впливають видові, сортові особливості, врожайність культури. Зі збільшенням вологості кількість дробленого зерна знижується, а розплющеного і мікропошкодженого зростає.

В молотильному апараті аксіально-роторного типу збільшення частоти обертання ротора від 520 хв<sup>-1</sup> до 810 хв<sup>-1</sup> призводить до відповідного зростання мікропошкодження насіння від 25–30% до 45–50%.

В молотильному апараті барабанно-декового типу збільшення частоти обертання барабану від 700 – 760 хв<sup>-1</sup> до 820 хв<sup>-1</sup> призводить до відповідного зростання мікропошкодження зерна від 37–38% до 41–44%.

Недовантаження молотарки комбайна на 30–40% веде до підвищення рівня мікропошкодження зерна на 2–5%.

У зернозбирального комбайна КЗС-9М-1 "Славутич" з трибарабанною схемою обмолоту макротравмування зерна, що надходить в

бункер, знаходиться в межах 1,8–2,3%, мікропошкодження – відповідно 20–28%. Отже, дотримання технологічних режимів обмолоту зернових культур дозволить суттєво зменшити рівень травмування зерна та, як наслідок, підвищити його продовольчі та технологічних властивості.

УДК 631.1

## ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ

*Хворост Т. В., Омельченко Є. М.  
Сумський національний аграрний університет*

Постановка проблеми. Сервісна служба повинна бути оснащена обладнанням, технічними засобами та інфраструктурою, яка забезпечує функціонування системи. Однією з основних задач управління процесом технічного обслуговування аграрних підприємств – є їх забезпечення роботоздатною технікою [1].

Аграрна техніка експлуатуються у важких умовах – це призводить до інтенсивного зношення робочих деталей та механізмів, що приносить значну шкоду підприємствам в зв'язку з простоем техніки і незабезпечення агростроків виконання технологічних операцій.

Аналіз останніх досліджень. Дослідження Кузмича І. М. показують, що, наприклад, для комбайна до 30% відмов зернозбирального комбайна це поступові відмови за своїм характером [2]. Підтвердженням фактом є вплив на зношення інтенсивності використання техніки, а значить і на періодичність проведення технічного обслуговування [3]. Таким чином, технічний контроль за технікою дозволяє у ряді випадків підвищити безвідмовність роботи машини.

Мета досліджень. Підвищення ефективності процесу технічного обслуговування засобів механізації в аграрних підприємствах.

Результати досліджень. В сучасних умовах у господарствах використовується широкий спектр найрізноманітнішої аграрної техніки різних брендів. У кожного виробника різний регламент на проведення технічного обслуговування техніки. В зв'язку з цим виникають проблеми з плануванням проведення обслуговування техніки. Що, як правило, змінює строки проведення обслуговування, а значить і прямо впливає на ресурс використання техніки.

На сьогоднішній день не розроблена і не функціонує системи технічного обслуговування для:

- сучасних енергетичних засобів;

- складних агромашин;
- простих агромашин;
- і не в повній мірі для сучасних автомобілів.

Відповідні види робіт необхідно проводити з залученням висококваліфікованих фахівців, обладнання та з використанням спеціального устаткування. Відповідно виникає задача:

- Які повинні бути майстерні у господарстві? Який парк машин зможе обслуговувати майстерня? Хто повинен займатись проектуванням відповідних майстерень?

- Чи потрібні кластерні бази для проведення технічного обслуговування? Які види ТО зараз застосовані? При яких типах робіт необхідно відправляти техніку до кластерної бази? Яким чином забезпечити переміщення техніки від місця перебування техніки до кластерної бази?

Провести любую діагностику необхідне обладнання, комп'ютерна програма та навчений персонал. Якщо сьогодні трактори мають оснащення для контролю періодичності проведення обслуговування, датчики контролю роботоздатності вузлів і агрегатів, то ситуація з агромашинами дуже складна. На сьогодні існують датчики контролю зношення робочих органів. Водночас дане устаткування повністю відсутнє на агромашинах. Тому стоїть задача у розробці та встановленні на сучасні зразки агротехніки контролерів періодичності обслуговування машин.

Важливою задачею на сьогодні є засоби і методи ТО:

- Де проводити: на полі, на бригаді чи у кластері?
- Яким чином забезпечити технологію виробництва аграрної продукції: техніка на підміну чи простої?

Істотним є питання забезпечення роботоздатності аграрної техніки і забезпечення технологічного процесу через використання паливо-мастильних матеріалів та робочих рідин:

- які використовувати заправні станції;
- як заправляти агрегати?
- що є ефективнішим: гнати машинний агрегат на заправку чи приганяти заправщик до техніки.

Висновок. З метою ефективного функціонування аграрних підприємств, дотримання агростроків виконання механізованих технологічних операцій, дотримання екологічних стандартів щодо переміщення і використання паливо-мастильних матеріалів та робочих рідин необхідно розробити планово-попереджувальну систему (ППС) функціонування технічного сервісу. При цьому необхідно провести ряд наукових досліджень, розробити приладну базу для дооснащення аграрної техніки і автоматизувати ППС. Все вище перераховане дасть можливість систематизувати процес обслуговування техніки, знизить відсоток простою технік під час проведення її обслуговування і знизить вплив «людського фактору».

Список використаних джерел

1. Ivan Rogovskii, Liudmyla Titova, Mikola Ohienko, Olga Snezhko, Oleksandr Nadtochiy, Ferdynand Raiss, Liudmyla Berezova. Methodology of engineering management of agrotechnics of grain production by agricultural enterprises. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2021; ISBN 978-83-66567-37-5; pp. 214, illus., tabs., bibls. [https://www.wszia.opole.pl/wp-content/uploads/2020/09/Mon\\_Rogovskii.pdf](https://www.wszia.opole.pl/wp-content/uploads/2020/09/Mon_Rogovskii.pdf).

2. Кузьмич І. М., Роговський І. Л. (2023). Інженерний менеджмент безвідмовності зернозбиральних комбайнів за технології технічного обслуговування при зберіганні. Вісник Сумського національного аграрного університету. 47(1): 10-15.

3. Любченко І. С., Роговський І. Л. (2021). Аналітичні положення впливу повноти технічного контролю на безвідмовність самохідних обприскувачів. Вісник Сумського національного аграрного університету. 43(1): 14-21.

УДК 631.004.02

## **МАШИНОВИКОРИСТАННЯ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА**

*Корх М. В.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Скорочення витрат та підвищення врожайності – надійний шлях до підвищення рентабельності [1]. Цей підхід лежить в основі точного землеробства, принцип якого полягає у використанні детального агрономічного аналізу стану полів для оптимізації внесення посівного матеріалу та добрив [2]. Зернозбиральні комбайни мають заводську підготовку для різних систем точного землеробства [3].

Датчики вологості та врожайності. Пропоновані на замовлення унікальні запатентовані датчики врожайності [4] та вологості [5], не тільки надзвичайно точні, але й не потребують повторного калібрування при переході до наступної культури. Датчик вологості зерна монтується на зерновому елеваторі, де через рівні проміжки часу відбирає проби зерна, а оптичний датчик урожайності встановлюється всередині елеватора чистого зерна. Картографування врожайності на ходу. Для використання системи картографування врожайності комбайн має бути оснащено антеною D-GPS, яка дозволяє збирати всі необхідні для цього дані на ходу. Зібрані дані

можна зберегти на карту пам'яті SD і завантажувати в пакет спеціалізованого офісного програмного забезпечення для точного землеробства. Використовувати оброблену інформацію можна для щонайширшого ряду завдань: комбайн дозволить отримати з неї максимальну користь.

Системи автоматичного водіння для підвищення продуктивності роботи. Системи автоматичного водіння можуть працювати як вдень, так і вночі. Основним пристроєм, що забезпечує їхнє функціонування, є антена D-GPS, яка приймає сигнал від систем супутникової навігації. В пакет опційного обладнання, передбаченого для комбайнів, входить легко встановлюваний монітор FM750. Цей пристрій, що представляє собою комбінацію багатофункціонального монітора та світлодіодного курсовказівника, здатен забезпечити динамічну точність руху в полі в межах 20 або 2,5 см. Він не лише підвищує точність роботи, але й забезпечує оператора всією необхідною інформацією протягом кожного робочого дня.

EZ-PILOT: водіння з сервоприводом. Система EZ-Pilot є базовою системою автоматичного водіння, що опційно встановлюється на кермову колонку комбайнів серії TC5000. Завдяки технології компенсації нерівностей рельєфу T3™, система EZ Pilot буде вести комбайн точно за потрібним курсом навіть в пагорбкуватих полях.

Телематична система PLM® connect essential. Телематична система представляє собою пакет інструментів для керування парком машин і картографування, розроблений для того, щоб власники техніки могли відслідковувати місцезнаходження машин і контролювати виконувани роботи. Окрім функцій моніторингу, ця система дозволяє підвищити рівень безпеки, попереджаючи власників техніки про вихід машин за межі території, де вони повинні працювати.

#### Список літератури

1. Rogovskii I. L. Algorithmically determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11 (1). P. 155–162. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2020.01.155-162>.

2. Zagurskiy O., Pokusa Z., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. *Monograph*. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020; ISBN 978-83-66567-13-9; pp. 162.

3. Rogovskii I. L. Consistency ensure the recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine 2019. Vol. 10 (4). P. 145–150. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2019.04.145-150>.

4. Myhailovych Y., Rogovskii I., Korobko M., Berezova L. Experimental studies of vibration load of synchronous threaded connections of grain harvester

combines. *Engineering for Rural Development*. 2023. Vol. 22. P. 908–914. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2023.22.TF179>.

5. Rogovskii I. L., Hneniuk M. V. Research on losses of technical preparedness of forage harvesters combines by level of seasonal service accumulation. *Journal of Physics: Conference Series*. 2020. Vol. 1679. P. 042035.

УДК 631.004.02

## **WAYS TO PREVENT COMBINE HARVESTER FIRES ARISING FROM HEAT GENERATION PROCESSES**

*Myronchuk D. P.*

*National University of Life and Environmental Science of Ukraine*

The combine harvester is a versatile machine designed to efficiently harvest of grain crops [1]. The modern combine harvester do four separate harvesting operations (reaping, threshing, gathering and winnowing) into a single process. Among the crops harvested with a combine are wheat, rice, oats, rye, barley, corn, linseed, sunflowers and canola [2]. The separated straw, left lying on the field, comprises the stems and any remaining leaves of the crop with limited nutrients left in it: the straw is then either chopped, spread on the field and ploughed back in or baled for bedding and limited-feed for livestock [3].

Harvest is a particularly hazardous time as it combines hot and dry conditions with a very flammable crop. The risk of fire is only set to worsen as climate change will create longer periods of hot and dry conditions, changes in harvester design that create a more efficient, clean and higher producing machine also create additional fire hazards on the machine.

The demands placed on the modern combine harvester many and varied, the machine must be able to harvester the crop at just the right time when the crop reaches its peak and often only has a very short window to do this once this window is reached, sometimes less than two week.

A small part of the combines has any type of fire detector or fire suppression system.

For everybody else the only fire detection they have is their own senses and the method of fire suppression is a handy fire extinguisher.

Agricultural losses due to fires on a combine harvester are not limited, in the short term, to the destruction of crops, but, in the medium term, result in production capacity losses that have been estimated in 35–45 % in subsequent years.



The modern combine harvester is a very large, complex and highly capable machine that

processes a very large amount of grain in a very short amount of time. Because of this, modern combine harvesters have increasingly become more and more costly, in the range of hundreds.

of thousands of dollars for the average machine and nearing a half a million dollars or even more for the very largest, highest capacity machines. This coincides with the hotter and drier weather of the summer months. Once harvest has begun, farmers, workers and contractors will work from sunup to sunset harvesting, moving, storing and processing crops until the job is completed. 12 hour days are standard and 18 hour days are not uncommon. This leaves very little time for even essential maintenance to be completed.



Fig. 1. Combine harvester fire (a) and fire consequences (b)

Combine harvesters contain a large number of friction units, which are located in headers, conveyors, threshing and separating devices, straw walkers, shredders, various drives, motors, etc. At the same time, providing these units with lubricants is the most important condition for reliable and safe operation of the entire combine harvester. A characteristic feature of this type of machines is the need to check them before the harvest season and control them from time to time during operation. The control involves checking the temperature and condition of the bearings, as well as their lubrication and cleaning. A damaged bearing can be heated during operation to very high temperatures which often leads to fire of both the machine and surrounding crops (Fig. 1). For this reason, a system alerting the operator on bearing failure at a sufficiently early moment can prevent such dangerous situations. The purpose of the work investigation of ways to prevent combine harvester fires arising from heat generation processes in friction units and plant materials.

#### References

1. Rogovskii I. L. Algorithmically determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery &*

Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11 (1). P. 155–162. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2020.01.155-162>.

2. Zagurskiy O., Pokusa Z., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020; ISBN 978-83-66567-13-9; pp. 162.

3. Rogovskii I. L. Consistency ensure the recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine 2019. Vol. 10 (4). P. 145–150. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2019.04.145-150>.

УДК 631.004.02

## **ANALYSIS OF ADAPTATION TO MACHINE USE OF MODERN SELF-PROPELLED SPRAYERS**

*Savrak M. B.*

*National University of Life and Environmental Science of Ukraine*

Modern self-propelled sprayers are equipped with large tanks with a capacity of 6–7.5 thousand liters, booms up to 40 meters wide, and engines with a capacity of 300–400 hp [1]. A comfortable cab with a wide view and many conveniences for the operator are also included. And although the price of new products is frankly biting and can reach half a million dollars or even more, one such machine is capable of processing 300 hectares per day [2].

In the summer, several specialized agricultural exhibitions are held in the USA. In particular, it is the Farm Progress Show, which this year will be held at the end of August [3]. According to the organizers, more than 30 countries will present their solutions at the exhibition. A few days before the Farm Progress Show, also at the end of August, there will be another large-scale event organized by the Illinois Fertilizer and Chemical Manufacturers Association - Midwest ag industries exposition (MAGIE) [4].

Much attention will be paid to spraying technologies at both exhibitions. We bring to your attention a brief overview of 8 self-propelled sprayers, which with a high probability will be presented to visitors of industry events and which are worthy of the attention of progressive farmers.

The Miller Nitro 7000 series front-mounted boom sprayers have a well-insulated cab, up to 2 m clearance and exceptional visibility. Since the boom is located in the front, the operator does not have to constantly rotate back to control its operation. Among the technologies used in the model: automatic boom folding,

IntelliHeight XRT boom height control, IntelliSpray nozzle control and telematics. The units have a boom length of up to 40 m and tanks with a volume of up to 6,000 liters.

Control of the height of the boom above the soil surface and control of the operation of the nozzles are mandatory solutions for modern FENDT ROGATOR 900 SERIES sprayers

The Fendt Rogator 900 Series is a range of self-propelled chemical and fertilizer boom sprayers with an adjustable working width (from 27 to 40 meters) that can be converted from working solutions to dry fertilizers within 2 hours.

Repositioning of the equipment is carried out with a crane or with the help of a jack system. The tank for chemical protection of plants has a maximum capacity of 3400–4900 liters. The tank for mineral fertilizers has a maximum capacity of 7,000 liters. Different tank sizes can be combined with different models to adapt the machine to the needs of the farm.

The series includes five models with a power range from 290 to 369 hp. (216–272 kW) that have an external width of 3.91 to 4.49 m, making them well suited for large-area applications in North and South America, Australia, and Eastern Europe.

The Rogator's ability to apply any type of crop care throughout the growing season makes the machine an excellent investment.

The standard LiquidLogic system fills the boom in seconds, and the AirMax Precision R1/R2 pneumatic boom system with the TurnLogic system provides an even coverage of granular fertilizers even in turns, which significantly saves time and money, as well as improving the condition of the soil and plants.

Various nozzle systems are available for the Fendt Rogator 900. In addition to the standard Fendt OptiPulse electric nozzle housings, a Pulse Width Modulation (PWM) nozzle system is available as an option for particularly precise pesticide application. Fendt OptiPulse allows you to individually adjust the amount of liquid applied to the nozzle holder. When making turns, the application rate can be increased on the outer side of the bar and reduced on the inner side. This prevents overdose or administration of an insufficient amount of the drug, and also reduces the risk of developing resistance.

The Fendt Rogator 900 Series boom sprayer can be converted from application of working solutions to application of dry fertilizers within 2 hours.

The Hagie STS20 sprayer is the largest and most powerful machine in the STS line. The STS20 sprayer has a tank with a capacity of 7,500 liters, a boom length of up to 40 m. In the basic configuration, the machines are equipped with 9-liter PowerTech engines from John Deere with a capacity of 300 to 400 hp. The machines can reach speeds of up to 40 km/h in working mode and up to 55 km/h during transport.

Hagie sprayers have an optimal weight distribution between the front and rear parts, a small turning radius and advanced fertilizer application

capabilities. Norac's Active Wing Roll technology allows you to control boom height when spraying on uneven terrain.

In addition, the units use advanced Hagie innovations and John Deere precision farming technologies. AutoTrac, RowSense and AutoTrac Vision systems maintain a set course. All Wheel Steer technology keeps the sprayer wheels in track, reducing the likelihood of crop damage even when turning 90 degrees. STS sprayers have a clearance of up to 190 cm, which minimizes the risk of crop damage. All STS sprayers come standard with a JDLink telematics system, as well as an integrated StarFire 7000 GPS receiver.

The STS20 model uses advanced Hagie innovations and John Deere precision farming technology.

The completely updated Patriot 50 series of sprayers with a capacity of 268-390 hp. combines timely and accurate spraying capabilities with a luxurious cab, comprehensive machinery management and real-time communication features. Among the conveniences is the MultiFunction handle, which puts the operator in control at all times, with all frequently used functions and capabilities at hand, including the main feed switch, automatic navigation activation and boom tilt functions.

Booms are available in widths up to 40 m. In addition, each model can be equipped with the optional AIM Command FLEX II spraying technology. With individual control of on and off nozzles, AIM Command FLEX II helps ensure accuracy and efficiency of application of the solution.

Thanks to two customizable displays – AFS Pro 1200 and Viper 4+ – operators always have the opportunity to control the equipment in a high-quality way. The AFS Pro 1200 display provides full chassis monitoring and control, while the Viper 4+ offers advanced auto-navigation and input management solutions.

Every Patriot 50 Series sprayer comes with a five-year subscription to AFS Connect from the factory so farmers can create work tasks, visualize data and track their machines.

The Patriot 50 sprayer series is equipped with two displays: the AFS Pro 1200 for chassis monitoring and control and the Viper 4+ for auto-navigation and application control. Guardian front boom sprayers combine Raven's advanced precision farming technology for precision application with the power and reliability that New Holland is known for.

Features include ground clearance of up to 2m, AutoFold booms, IntelliHeight XRT boom control, IntelliSpray nozzle control, IntelliSteer for turning lanes, data management and AutoRinse.

The sprayer's extremely quiet cab and very smooth operation make long peak season days easier and shorter for the operator.

Guardian sprayers are characterized by the frontal location of the boom. Prowler sprayers of the T series can boast of quite powerful engines. Cummins

Stage V QSL9 engine with a capacity of 380 hp. or B 6.7 with a capacity of 325 hp. paired with a Dana HVT R2 4x4 hydromechanical transmission.

Prowler machines are equipped with a stainless steel working solution tank with a volume of 6800 L and an internal tank for clean fresh water with a volume of up to 400 L. For better maneuverability, the Prowler sprayers have a four-wheel drive chassis equipped with a torque converter with a lock-up and a self-locking center differential, so there will be no problems with the machine slipping.

A small turning radius means that crops will be damaged less and the machine will go through turns more smoothly. Flotation tires improve the movement of equipment and reduce soil compaction, increasing the area of contact with it without increasing weight.

The Raven VSN visual guidance system guarantees minimal crop damage and accurate application of the working solution. Prowler sprayers are tough, durable and allow operators to stay in the field longer between refills. For better maneuverability, Prowler sprayers have a four-wheel drive chassis.

See & Spray Ultimate is a factory-installed system available on the 2024 John Deere 410R, 412R, 612R and 616R sprayers that allows spot spraying of weeds in corn, soybean and cotton crops.

The main feature of See & Spray Ultimate is that the sprayer can spray two different liquids independently of each other. Equipped with cameras, sensors and machine learning, the See & Spray Ultimate can spray herbicides more precisely and economically.

By receiving data from the fields about weed and pest pressure, the system will help select appropriate herbicides with minimal risk of plants becoming resistant to the applied solution. Thanks to the configuration of the tanks, it is possible to create more effective mixtures for controlling weeds. Cameras and processors mounted on a carbon fiber pole use video cameras and machine learning to distinguish weeds from crops.

See & Spray Ultimate spot spraying technology was developed by Blue River Technology, a subsidiary of John Deere. Target spraying accuracy is enhanced with BoomTrac Ultimate, an industry-leading boom height control system. See & Spray Ultimate is a factory-installed system for John Deere sprayers that sprays herbicides more precisely and economically 7650/7550.

The Oxbo 7650/7550 sprayers come with a host of options, including a choice between 4500 and 6000L tanks, Millennium booms from 26m to 36m and articulated boom chassis suspension. A four-tank direct injection system is available, along with a choice of Ag Leader, John Deere or Raven precision systems to help improve machine precision. All-wheel drive and power transmission to all wheels help operators work even in conditions of high soil moisture. The unit has a ground clearance of 2 m and a Scania DC09 engine.

#### References

1. Rogovskii I., Titova L., Trokhaniak V., Trokhaniak O., Stepanenko S. Experimental study on the process of grain cleaning in a pneumatic

microbioculture separator with apparatus camera. Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering. 2019. Vol. 12 (61). No 1. P. 117–128.

2. Rogovskii I. L., Hneniuk M. V. Research on losses of technical preparedness of forage harvesters combines by level of seasonal service accumulation. Journal of Physics: Conference Series. 2020. Vol. 1679. P. 042035.

3. Rogovskii I., Titova L., Shatrov R., Bannyi O., Nadtochiy O. Technological effectiveness of machine for digging seedlings in nursery grown on vegetative rootstocks. Engineering for Rural Development. 2022. Vol. 21. P. 924–929. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2022.21.TF290>.

4. Myhailovych Y., Rogovskii I., Korobko M., Berezova L. Experimental studies of vibration load of synchronous threaded connections of grain harvester combines. Engineering for Rural Development. 2023. Vol. 22. P. 908–914.

УДК 631.31

## **CONCEPTUAL BASIS OF SMART TECHNOLOGIES OF MACHINE USE OF AGRICULTURE**

*Vasylyuk V. I.*

*Separate subdivision of National University of Life and Environmental Science  
of Ukraine "Nizhyn Agrotechnical Institute"*

As highlighted, data and information represent the core of smart agriculture [1]. Drawing from information system literature, we can consider four key phases: data collection; data processing, data analysis and evaluation; information use [2]. In the first phase, data collection might include a wide set of data concerning the external context of application (e.g., soil properties, water/air quality, weather conditions), the features and properties of the biological entities to be grown (crop or animal), and the details on processes carried out to perform the whole production (e.g., register of activities, labor management, fuel consumption). In this respect, we can recognize three types of monitoring activities: environmental, production (e.g., crop monitoring for plants), and operating [3]. A very wide set of tools can be used for these purposes, including meteorological sensors, soil and water sensors, optical sensors, positioning systems, identification systems, complete yield monitoring systems, and various actuators. In the second phase, data processing consists of all the activities required to make the data ready for the analysis (i.e., cleaning, selecting, filtering, aggregating, representing, archiving), with both basic (e.g., database management systems [DBMS], word processors, worksheets, e-mails) and

advanced (e.g., geographic information systems [GIS], computer-aided design, geo-statistics, image processing) tools. In the third phase, data analysis and evaluation includes cognitive activities for the evaluation/decision and can be supported by readily accessible online tools or by customized software applications directly connected with the farmers DBMS. This phase might also be fully automatized, for example with artificial intelligence (AI) tools. Finally, the information (or decision) obtained might lead either to an action, such as process optimization (e.g., modification of irrigation, fertilization, or chemical treatments), harvesting, or to generating a report often for use by third party stakeholders (e.g., satisfying certifications and/or traceability purposes).

This framework can be used to design a new concept of farm information systems useful for smart agriculture applications. The design activity noted above can be performed through two approaches. The approach mostly adopted in practice starts with the data collected (or perhaps earlier, with an evaluation of what data collection tools are available) and ends with the information use (action or reporting). This is called the datalogical approach. However, the inherent higher complexity of an agricultural system, when compared to an industrial one, often leads to the collection of large amounts of data (much of which may be redundant for the purposes of action), that requires detailed analysis and interpretation, and that may be beyond the capabilities of the farmer or his representatives (who typically have observer roles) to evaluate and action, and thus may have limited to no impact on solving the problem (Ribarics, 2016).

The solution to a specific problem (or a set of problems) should be the foundation of the information system developed. For this reason an alternative approach is needed that starts from what information and data the farmer needs to help inform the decision making process. This can then be used to determine the data sets, and therefore the data collection and analysis tools, needed (Fig. 1).

This is called the infological approach. In other words, this approach would start with the problem (e. g., “low” yield per hectare) and the smart agriculture system solution would be retroactively designed to solve it. This could be accomplished by identifying a number of potential causes of the problem (e.g., insufficient water, low soil fertility, low seed quality, plant disease), then defining the parameters (information) required to understand the actual causes (e.g., low plant N uptake and soil N availability), identifying the set of data that is required to generate such information (e.g., plant color and height during crop growth, crop residue coverage), and the related sensors and tools able to provide such data (i.e., meteorological sensors, soil and water sensors, optical sensors, positioning systems, identification systems, or complete yield monitoring systems). In summary, the infological design approach is a conceptual logical path that starts with the identification of the problems or limiting factors, and then specifies the data and tools needed for their monitoring and, ideally management. For this sequence of actions/decisions a smart agriculture application is guaranteed and can be tailored to a specific farm or field by taking into account

the specifics and complexities of the entire farm operation. This opportunity to design a technological application to the needs of the individual would likely also play a major role in the diffusion of this innovative solution to other farmers and operations, with both economic benefits for the original farmer and the broader community, as well as the environmental benefits associated with the innovation.

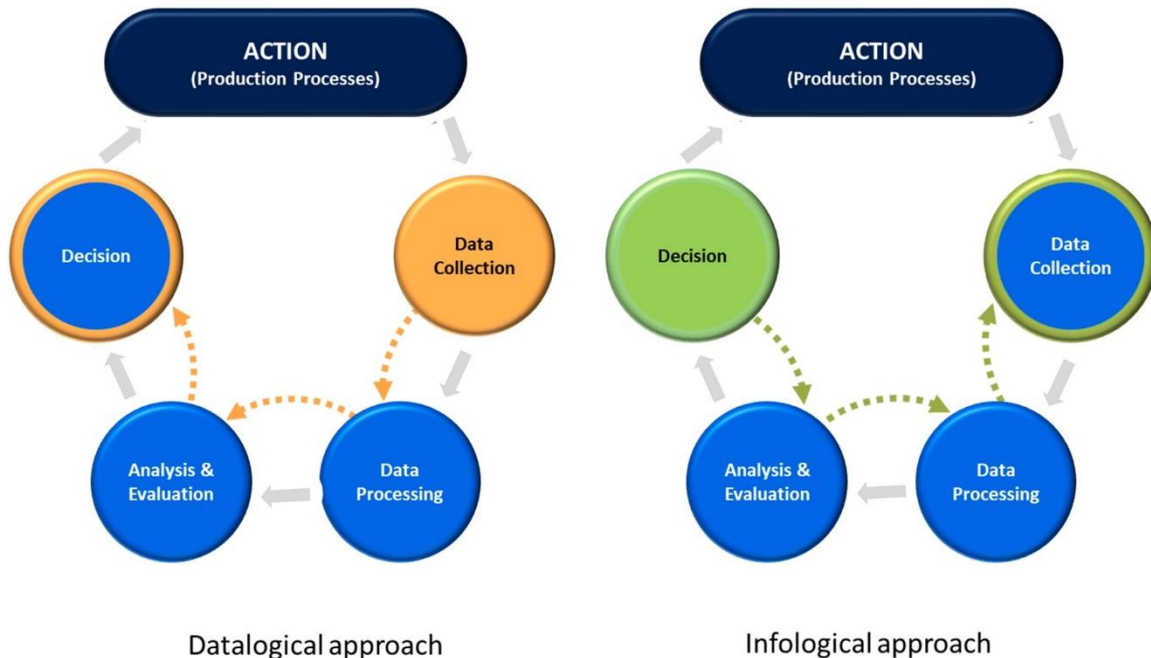


Fig. 1. Datalogical (data-oriented) vs. infological (decision-oriented) approaches when designing information systems to support Smart Agriculture.

When thinking of the long-term, one of the most important and new challenges for the deployment of smart agriculture is the requirement to assemble into a cohesive platform, a large number of digital technologies that allow for the creation of a digital twin of the physical field that can be used to simulate the impact of different events and/or actions (i. e., “a virtual representation of a physical system (and its associated environment and processes) that is updated through the exchange of information between the physical and virtual systems”. This pairing of the virtual and physical worlds allows for data analysis and system monitoring to prevent problems before they arise and plan future actions based on the knowledge of the entire agricultural system. Acting as a key control to manage farms, the digital twins approach may have the potential to revolutionize agriculture. It removes many of current fundamental constraints of for example, place, time, and human observation, by limiting the need for physical proximity to the field or operation. It also uses important data that cannot be directly acquired (or at least not routinely, and accurately) by human senses (e.g., UAV sensors and/or satellite data) and offers sophisticated control capabilities, including event-based monitoring, and fine-mesh tracking and tracing. Digital twins tools and their interactions can be seen as actual Farm Information Systems,



whose logical structure necessarily incorporates the management of both monitoring and decision-making processes. We therefore propose that there is an immediate need to design a Farm Information System that follows an info-logical approach (decisions → information → raw data) as opposed to a datalogical approach (raw data → information → decisions) to ensure relevant and efficient data collection and analysis that is tailored to actual identified problems and the decisions to be made.

#### References

1. Zagurskiy O., Pokusa Z., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020; ISBN 978-83-66567-13-9; pp. 162.

2. Rogovskii I. L. Consistency ensure the recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine 2019. Vol. 10 (4). P. 145–150. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2019.04.145-150>.

3. Myhailovych Y., Rogovskii I., Korobko M., Berezova L. Experimental studies of vibration load of synchronous threaded connections of grain harvester combines. Engineering for Rural Development. 2023. Vol. 22. P. 908–914. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2023.22.TF179>.

УДК 631.31

### **LOGICAL COMPARISON BETWEEN DATALOGICAL AND INFOLOGICAL APPROACHES OF SMART TECHNOLOGIES OF MACHINE USE OF AGRICULTURE**

*Ikalchyk M. I.*

*Separate subdivision of National University of Life and Environmental Science of Ukraine "Nizhyn Agrotechnical Institute"*

A more detailed conceptual comparison between the datalogical and info-logical designing methods is shown in Fig. 1, where the role and features of data acquisition systems in monitoring processes are further described [1].

The diagram also highlights the main components of any complex monitoring system, and shows that the Farm Information System should typically include (in addition to the sensors): positioning systems, required for the control of all the machines that develop mobile processes on the ground; identification systems, to detect the main agents taking part in a single operational event; an inference engine, for the interpretation of data collected from multiple sources

through different algorithms (e.g., statistics, pattern recognition, machine learning, data fusion).

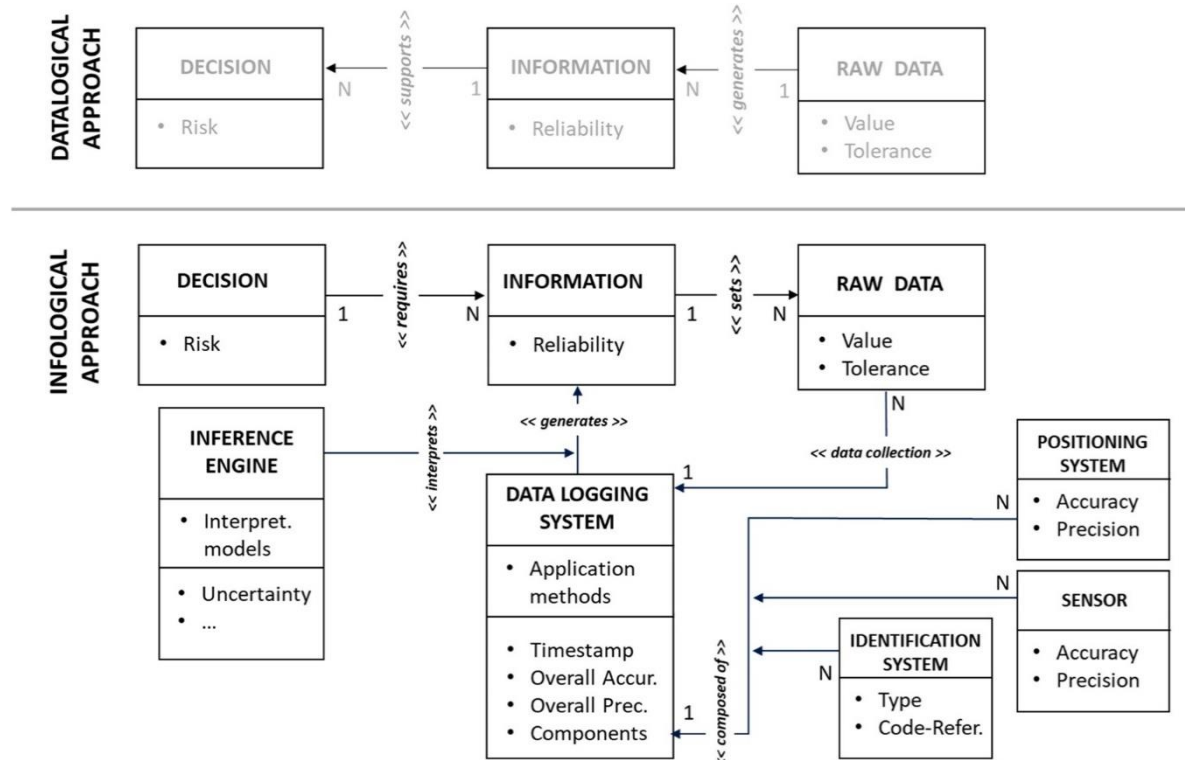


Fig. 1. Logical comparison between datalogical (data-oriented) and info logical (decision-oriented) approaches. 1 and N means for instance that 1 information can be used for taking a number of decisions (N).

An additional and interesting advantage of digital twins is that not only does it represent the current state of the system, but it can also reproduce historical states and simulate/predict future ones. For historical states, this technology allows for a better understanding of the resource and equipment use efficiency of the farm, highlighting any critical issues, crucial for optimizing production systems.

For future states, if properly synchronized, applications based on digital twins can highlight data deviations that are potentially linked to expected and unexpected problems and help farmers and other stakeholders to identify issues beforehand, to allow for example, scheduling of maintenance measures at the right time and location, and providing timely solutions for complex problems (e.g., nutritional and pathological, drought stress). Finally, the digital twins can help improve the farming business by constantly monitoring the whole process from production to marketing and sales, with for example significant benefits to the crops' production planning.

### References

1. Zagurskiy O., Pokusa Z., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty.

Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020; ISBN 978-83-66567-13-9; pp. 162.

УДК 631.31

## **ENGINEERING MANAGEMENT OF DIAGNOSTICS OF COMPLEX TECHNICAL SYSTEMS OF AGRICULTURAL MACHINERY**

*Yevtushenko V. D.*

*National University of Life and Environmental Science of Ukraine*

Currently, diagnostics of the technical condition of the equipment of electric and pumping stations is one of the urgent tasks of improving the reliability of their operation, as well as optimal planning for the repair of the main and auxiliary equipment [1]. One of the components of improving the reliability of the operation of power plants is a system for diagnosing the technical condition of powerful units and their auxiliary equipment [2].

The current state of long-term operated plants requires the use of such diagnostic systems that would make it possible to detect malfunctions in the normal operation of the equipment. This will not only prevent an emergency failure of the equipment, but also ensure optimal planning for the withdrawal of the main and auxiliary equipment of the power plant for repair [3].

The developed program for diagnosing auxiliary equipment of power plants on the example of condition diagnostics is intended for early detection and localization of certain defects and providing recommendations for their elimination in smoke exhausters. The program must provide the issuance of the appropriate protocols. Upon request, protocols of the current state of smoke exhausters, assessment of the quality of repairs and special tests, as well as graphs of retrospective parameter values for a period of time selected by the user [4] should be obtained.

Diagnostics of the technical condition of both the main and auxiliary power equipment of power plants, which include vertical pumps, smoke pumps, blow fans, cooling systems, etc., assumes both the availability of modern technical means of measuring and monitoring the current state of the unit and computer equipment (SVT), and the development of operational diagnostic algorithms and their software implementation [5].

Currently, the software and hardware complex (PTK) of the automated process control system (Automated process control System) of unit No. 1 of the Talimarjan TPP has been developed and is functioning. During the design, the PTC also included a subsystem for diagnostics of elements of the main (steam

boiler, turbine and generator) and auxiliary equipment of the station (generator cooling and ventilation systems, traction mechanisms and vertical pumps, smoke pumps).

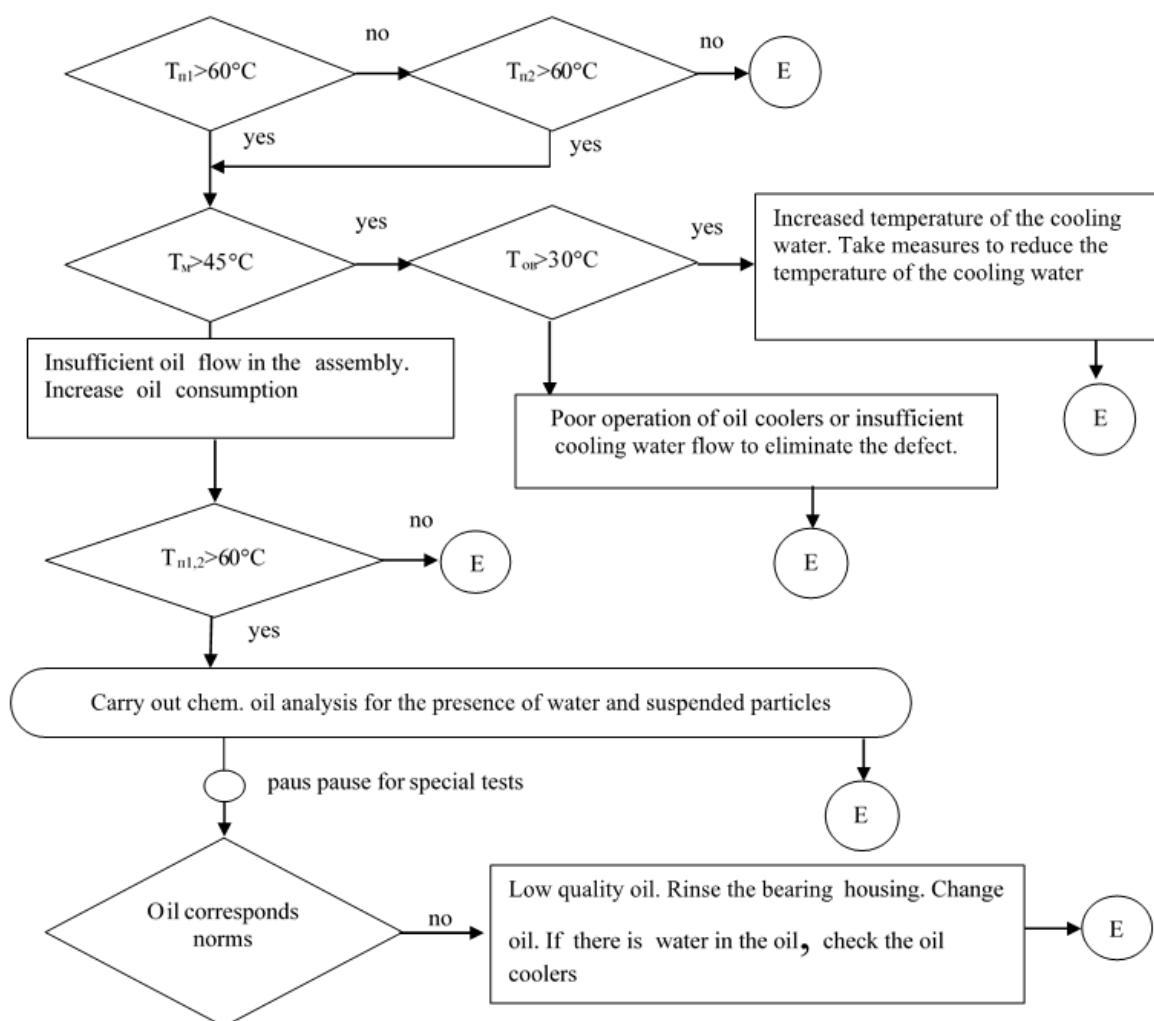


Fig. 1. Fragment of the diagnostic algorithm.

Diagnostics of auxiliary equipment in the proposed concept involves the identification of malfunctions as a result of processing operational sensor readings of the standard monitoring system, as well as readings entered manually once a day and processing data based on the results of special tests. The conclusion about the presence of a malfunction is made according to decision-making algorithms with recommendations on further actions of the operational personnel of the station in case of identified defects.

The diagnostic algorithms are constructed in the form of a stepwise logical structure, at the first stage of which the parameters deviated from the normative or reference values, which are commonly called diagnostic signs, are revealed. Based on the analysis of several (or one) diagnostic signs and, if necessary, some additional conditions, logical decision-making chains such as rules (products) "if

... then ..." are formed. The issuance of messages to operational personnel about suspected malfunctions is accompanied by a list of measures that can ensure their search and elimination.

A fragment of the diagnostic algorithm is shown in Figure 1.

The result of the task of diagnosing any equipment, and, in particular, vertical pumps, at a thermal power plant is the issuance of not only diagnostic messages on the screen and printing for the operating personnel of the station, but also the corresponding regulated documents. Such documents are:

1. Status assessment protocol.
2. Report of special tests.
3. Protocol for assessing the quality of repairs.
4. Graph of parameter values.
5. Protocol of retrospective values of parameters.

The program should ensure the issuance of appropriate protocols. Upon request, protocols of the current state of the smoke pumps, quality assessments of repairs and special tests, as well as graphs of retrospective parameter values for the time period selected by the user should be obtained.

#### References

1. Rogovskii I. L. Consistency ensure the recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine 2019. Vol. 10 (4). P. 145–150. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2019.04.145-150>.
2. Voinalovych O., Hnatiuk O., Rogovskii I., Pokutnii O. Probability of traumatic situations in mechanized processes in agriculture using mathematical apparatus of Markov chain method. *Engineering for Rural Development*. 2019. Vol. 18. P. 563-269. [doi:10.22616/ERDev2019.18.N245](https://doi.org/10.22616/ERDev2019.18.N245).
3. Rogovskii I. L. Algorithmically determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11 (1). P. 155–162. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2020.01.155-162>.
4. Zagurskiy O., Pokusa Z., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020; ISBN 978-83-66567-13-9; pp. 162.
5. Myhailovych Y., Rogovskii I., Korobko M., Berezova L. Experimental studies of vibration load of synchronous threaded connections of grain harvester combines. *Engineering for Rural Development*. 2023. Vol. 22. P. 908–914. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2023.22.TF179>.

УДК 631.402.2

## АНАЛІТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ КОРИГУВАННЯ РЕЖИМІВ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

Тітова Л. Л.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Коригування режимів технічного обслуговування полягає в уточненні переліку операцій технічного обслуговування і періодичності їх виконання з метою досягнення режимів, оптимальних для даних умов експлуатації.

У зв'язку з цим при коригуванні режимів були розглянуті як питомі приведені витрати на технічне обслуговування і ремонт зернозбиральних комбайнів, так і показники надійності. Отже, розглянута задача полягала у визначенні чисельних значень переліку операцій ТО і періодичності їх обслуговування, при яких забезпечується не тільки необхідна надійність автомобіля в експлуатації, але і мінімальні витрати на технічне обслуговування і ремонт зернозбиральних комбайнів, що припадають на одиницю пробігу або транспортної роботи.

Для кожної групи і однорідних елементів завдання коригування періодичності ТО для знаходження  $l_{oi}$  – оптимальна періодичність операцій ТО однієї групи елементів формулюється у вигляді цільової функції наступним чином:

$$C_{уді} = f(l_{oi}) \rightarrow \min,$$

при умові

$$\begin{array}{ccccccc} P_{i_1} = \varphi_1(l_{oi}) = \overline{P}_{i_1}, & \Phi_{i_1} = \psi_1(l_{oi}) = \overline{\Phi}_{i_1}, & & & & & \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{i_m} = \varphi_m(l_{oi}) = \overline{P}_{i_m}, & \Phi_{i_k} = \psi_k(l_{oi}) = \overline{\Phi}_{i_k}, & & & & & \end{array} \quad (1)$$

де  $l_{oi}$  – оптимальна періодичність операцій ТО однієї групи елементів, років;  $C_{уді}$  – сумарні питомі приведені затрати на ТО та ремонт однорідної групи елементів, грн/га;  $P_{i_1}, \dots, P_{i_m}$  – показники надійності елементів, що підлягають обліку при визначенні періодичності;  $\overline{P}_{i_1}, \dots, \overline{P}_{i_m}$  – нормативні значення показників елементів, що підлягають обліку  $\Phi_{i_1}, \dots, \Phi_{i_k}$  – показники функціональних властивостей елементів, котрі необхідно враховувати при визначенні періодичності;  $\overline{\Phi}_{i_1}, \dots, \overline{\Phi}_{i_k}$  – нормативні значення показників функціональних властивостей елементів;  $\varphi_1(l_{oi}), \dots, \varphi_m(l_{oi})$  – залежності показників надійності елементів від періодичності ТО;  $\psi_1(l_{oi}), \dots, \psi_m(l_{oi})$  – залежності показників функціональних властивостей від періодичності ТО.

Для апроксимації цих залежностей використовувався поліном другого ступеня. Тому розглянуті моделі залежностей будуть матиме наступний вигляд:

$$P_i = a_0 + a_1l + a_2l^2, \Phi_i = b_0 + b_1l + b_2l^2. \quad (2)$$

де  $a_0, a_1, a_2, b_0, b_1, b_2$  – коефіцієнти полінома.

Тоді цільова функція

$$C_{y\theta} = C_0 + C_1l + C_2l^2 \rightarrow \min, \quad (3)$$

$$P_l = a_{0l} + a_{1l}l + a_{2l}l^2 = \bar{P}_l;$$

... ..

$$P_m = a_{0m} + a_{1m}l + a_{2m}l^2 = \bar{P}_m; \quad (4)$$

$$\Phi_1 = b_{01} + b_{11}l + b_{21}l^2 = \bar{\Phi}_1;$$

... ..

$$\Phi_k = b_{0k} + b_{1k}l + b_{2k}l^2 = \bar{\Phi}_k.$$

Для отримання досить об'єктивних даних при коригуванні режимів ТО кількість підконтрольних зернозбиральних комбайнів було 15...20, а тривалість спостереження становила 1...1,5 місяця.

При аналізі впливу періодичності виконання операцій ТО на перераховані показники використовувався парний кореляційний аналіз, який полягає у визначенні зв'язку між періодичністю виконання операцій ТО (X) величиною сумарних питомих витрат, показниками надійності і показниками функціональних властивостей (Y).

Як показник тісноти зв'язку використовується кореляційне відношення:

$$\rho = \sqrt{\frac{S_x^2(Y)}{S_n^2(Y)}}, \quad (5)$$

де

$$S_x^2(Y) = \frac{1}{N-1} \sum_1^N (y_c - \bar{y})^2, \quad (6)$$

$$S_n^2(Y) = \frac{1}{N-1} \sum_1^N (y_j - \bar{y})^2, \quad (7)$$

де  $S_x^2(y)$  – дисперсія відхилення лінії регресії від загальної середньої;  $S_n^2(y)$  – повна дисперсія залежної перемінної (питомих затрат, показника надійності, функціонального показника); N – об'єм спостереження.

Змінними затратами є затрати на оплату праці ремонтного персоналу  $C_{тр}$ , на запасні частини та матеріали  $C_{зч}$ :

$$C_{пер} = C_{тр} + C_{зч} + E_n K_0. \quad (8)$$

Визначення витрат за запасні частини та матеріали:

$$C_{зч} = \sum_{j=1}^k C_i, \quad (9)$$

де  $C_i$  – вартість  $j$  деталі або матеріали по прейскуранту, грн.;  $j$  – кількість матеріалів та деталей, що замінюються на розглянутому інтервалі пробігу.

Затрати на оплату праці ремонтного персоналу визначають:

$$C_{mp} = C_{map} \sum t, \quad (10)$$

де  $C_{тар}$  – середня тарифна ставка ремонтних робочих, грн.;  $\sum t$  – сумарна трудомісткість технічного обслуговування та ремонту на інтервалі пробігу, люд. год.

Визначення капітальних вкладень на ТО та ремонт.

$$K = mH, \quad (11)$$

де  $H$  – норма капітальних вкладень на одного виробничого робітника, грн.;  $m$  – кількість робітників, необхідних для обслуговування і ремонту підконтрольного комбайна на інтервалі наробітки.

Величина  $m$  розраховується по формулі

$$m = \frac{\sum t_i}{T_\phi}, \quad (12)$$

де  $\sum t_i$  – сумарна трудомісткість ТО і ремонту в даному інтервалі пробігу, люд. год.;  $T_\phi$  – фонд часу ремонтних робітників за цей період, год. Для отримання питомих витрат, отримане значення  $C_{пер}$  ділиться на інтервал пробігу.

Після визначення для кожного підконтрольного комбайна значень функціональних показників, показників надійності і питомих витрат отримана інформація може надаватися у вигляді матриці:

$$\begin{array}{cccc} x_1, P_{11}, P_{21}, \dots, P_{m1}, & \Phi_{11}, \Phi_{21}, \dots, \Phi_{k1} & & \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_n, P_{1n}, P_{2n}, \dots, P_{mn}, & \Phi_{1n}, \Phi_{2n}, \dots, \Phi_{kn} & & \end{array} \quad (13)$$

де  $x_1, x_2, \dots, x_n$  – значення періодичностей у підконтрольних комбайнів, год;  $P_{i1}, P_{i2}, \dots, P_{in}$  – значення показників надійності підконтрольних комбайнів;  $\Phi_{j1}, \Phi_{j2}, \dots, \Phi_{jn}$  – значення функціональних показників підконтрольних комбайнів.

Матриця вихідних даних (13) використовується для знаходження коефіцієнтів регресії моделей, що входять в цільову функцію (4). Завдання полягає у визначенні коефіцієнтів регресії рівняння:

$$y = b_0 + b_1x + b_2x^2. \quad (14)$$

В даному випадку завдання оцінювання  $b_i$  є знаходження криволінійної регресії за методом найменших квадратів. За допомогою системи ортогональних поліномів Чебишева рівняння (14) можна представляти в наступному вигляді:

$$y = c_0 + c_1\varphi(x) + c_2\varphi_2(x). \quad (15)$$

Для цього рівняння формули для вирахунку Чебишева будуть мати вигляд:



$$\varphi_1(x) = x - \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N x_j,$$

$$\varphi_2(x) = x^2 - \frac{\sum x^3 - \frac{1}{N} \sum x^2 \sum x}{\sum x^2 - \frac{1}{N} (\sum x^2)} \left( x - \frac{1}{N} \sum x \right) - \frac{\sum x^2}{N}. \quad (16)$$

Значення коефіцієнтів, що входять у рівняння (15), визначаються:

$$C_o = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^S m_j \bar{y}_j, \quad (17) \quad C_o = \frac{\sum_{j=1}^S \varphi_1(\bar{x}_j) m_j \bar{y}_j}{\sum_{j=1}^S \varphi_1^2(\bar{x}_j) m_j}, \quad (18) \quad C_1 = \frac{\sum_{j=1}^S \varphi_2(\bar{x}_j) m_j \bar{y}_j}{\sum_{j=1}^S \varphi_2^2(\bar{x}_j) m_j}, \quad (19)$$

де  $S$  – число інтервалів зміни періодичностей виконання операцій ТО;  $\bar{x}_j, \bar{y}_j$  – середнє значення величин  $x$  і  $y$  в  $j$  інтервалі;  $m_j$  – кількість комбайнів, у яких періодичність знаходиться в  $j$  інтервалі.

Перевірка адекватності побудованого рівняння проводиться за допомогою  $F$ -критерію:

$$F = \frac{S_n^2(y)}{S_{ocm}^2(y)} > F_\alpha(f_m, f_{ocm}), \quad (20)$$

де  $S_{ocm}^2(y)$  – залишкова дисперсія, яка характеризує розсіювання експериментальних точок щодо лінії регресії;  $S_n^2(y)$  – повна дисперсія, яка характеризує розсіювання точок близько загальної середньої.

Гіпотеза про адекватність приймається.

Значення  $S_{ocm}^2(y)$  ост і  $S_n^2(y)$  визначаємо за формулами:

$$S_{ocm}^2 = \frac{1}{N - k - 1} \sum_{j=1}^N (y_i - y_c)^2, \quad (21)$$

$$S_n^2(y) = S_p^2(y) + S_{ocm}^2(y) = \frac{1}{f_p} \sum_{j=1}^N (y_j - \bar{y}) + S_{ocm}^2(y), \quad (22)$$

де  $k$  – число параметрів при  $y$ ;  $f_p$  – число ступенів свободи,  $f_p = k - 1$ .

Значення  $f_n$  і  $f_{ост}$  обчислюються за формулою  $f_n = N - 1$ ,  $f_{ост} = N - k - 1$ . У разі адекватності рівнянь побудована цільова функція використовується для розрахунку оптимальної періодичності. Якщо умова адекватності не дотримується, то в многочлени вводяться додаткові члени, після чого знову розраховуються коефіцієнти регресії і визначається адекватність уточненої моделі. Цей процес послідовно повторюється до тих пір, поки не будуть отримані моделі, що задовольняють умові адекватності.

При коригуванні переліку операцій ТО для механізмів, що забезпечують безпеку руху умова включення операції в відповідний вид ТО визначається при значенні коефіцієнта повторюваності, що задовольняє наступним співвідношенням:

- а) для ТО-1  $1 \geq k_1 \geq 0,26$ ;
- б) для ТО-2  $0,26 \geq k_2 \geq 0,12$ .

Операція залишається в поточному ремонті, якщо  $k < 0,12$ .

Для інших механізмів умова включення операцій поточного ремонту в той чи інший період ТО визначається зі співвідношення а) для ТО-1  $1 \geq k_1 \geq 0,30$ ; б) для ТО-2  $0,30 \geq k_2 \geq 0,13$ .

Операція залишається в поточному ремонті, якщо  $k < 0,13$ .

УДК 631.004.01

## ДІАГНОСТУВАННЯ ДИСБАЛАНСУ ОБЕРТОВИХ ДЕТАЛЕЙ ГІДРОСТАТИЧНОЇ ТРАНСМІСІЇ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА

*Задорожнюк Д. В.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

В агрегаті гідростатичної трансмісії зернозбирального комбайна джерелами вібрації, викликані дисбалансом можуть бути: головна передача з сателітами і піввісь. Розглянемо нижче на прикладі дисбалансу провідної шестерні з корпусом і сателітами. Для цілей дослідження, за умови обертання ведучих коліс з рівними кутовими швидкостями, умовно представимо вказаний вузол як вал на опорах.

При обертальному русі зазначеного вузла з дисбалансом з'являються відцентрові сили і моменти, що передаються через підшипники на корпус ведучого моста. Зазначені явища викликають додаткові деформації опор і вала, а результуючі цих сил і моментів врівноважуються силами реакції опори і вала. Ці дії визначаються наступним виразом:

$$m\omega^2(e_{ст} + \Delta e) - c \Delta e = 0, \quad (1)$$

де  $m$  – маса вала,  $\omega^2$  – частота обертання,  $e_{ст}$  – статичний ексцентриситет,  $\Delta e$  – зміна розмірів вала,  $c$  – згинальна жорсткість вала.

Зміна розмірів вала буде визначатися за формулою:

$$\Delta e = \frac{e_{ст}\omega^2}{(\omega_0^2 - \omega^2)}, \quad (2)$$

$$\omega_0^2 = \left(\frac{c}{m}\right)^{\left(\frac{1}{2}\right)} \quad (3)$$

де  $\omega_0$  – власна (парціальна) частота згинальних коливань вала, закріпленого в опорах.

Зміна положення центру мас вала (його биття) визначається за формулою:

$$y(t) = [e_{ст}\omega_0^2 / (\omega_0^2 - \omega^2)] \cos(\omega t), \quad (4)$$

При фіксованому значенні жорсткості опор  $c_1$ , вираз (1) набуде значення:

$$m\omega^2(e_{\text{ст}} + \Delta e_{\text{пшк}}) - \left[ \frac{cc_1}{c+c_1} \right] \Delta e_{\text{пшк}} = 0, \quad (5)$$

При цьому, деформація опор буде визначатися таким виразом:

$$\Delta e_1 \frac{c_{\text{пшк}} e_{\text{ст}} \omega^2}{\omega_0^2 - \omega^2} x \left( \frac{1}{c_1} \right), \quad (6)$$

Найбільш складний, з точки зору аналізу, варіант дослідження обертання неврівноваженого ротора є його рух на близько критичних частотах, в зв'язку з тим, що в такому режимі зростає значення активних втрат в системі вал-опора-корпус, що визначають амплітуду коливань ротора на власних частотах. Для застосування апарату математичного моделювання процесу запишемо вирази (4) і (2) в комплексній формі:

$$y'(t) = [e_{\text{ст}} \omega_0'^2 / \omega_0'^2 - \omega^2] \exp(-i\omega t), \quad (7)$$

$$A'(t) = \left( \frac{e_{\text{ст}} \omega_0'^2}{\omega_0'^2 - \omega^2} \right), \quad (8)$$

$$\omega_0^2 = c \left( 1 + \frac{\eta \omega}{\omega_0} \right), \quad (9)$$

де  $\omega_0$  – наведена власна (парціальна) частота згинальних коливань вала, закріпленого в опорах,  $\eta$  – коефіцієнт корисної дії опор.

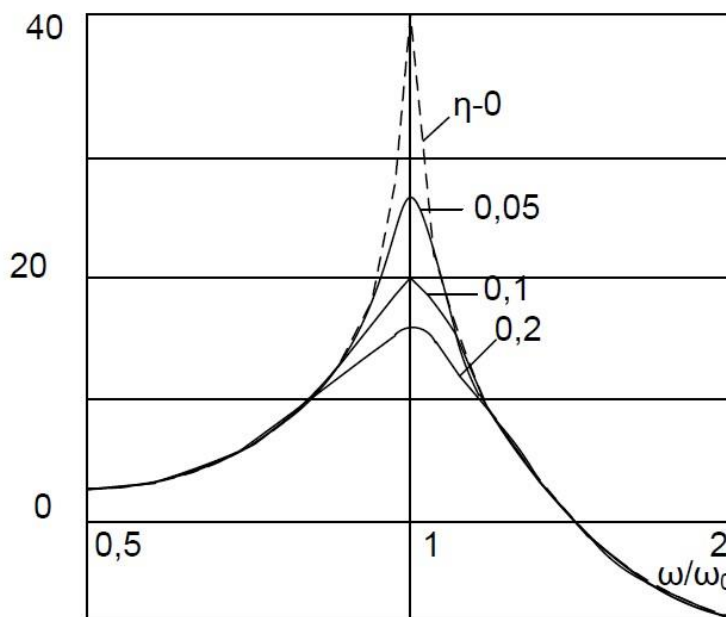


Рис. 1. Графік залежності змін положення центру мас ротора щодо підведеної частоти обертання з урахуванням значення ккд.

На рис. 1 зображений графік залежності змін положення центру мас ротора щодо підведеної частоти обертання з урахуванням значення ккд опор. Проаналізувавши наведену залежність, можна констатувати наступне: найбільше значення амплітуд генерується за однакової кількості частот обертання і власної частоти системи, при зростанні частоти обертання відбувається зменшення амплітуд, тобто при прагненні до нескінченного значенням частоти обертання – ротор саме центрується. При визначенні

коливань корпусу редуктора ведучого моста варто враховувати не тільки звукопередаючі властивості самого картера, а й властивості елементів кріплення досліджуваного вузла до остова і приєднання до сусідніх агрегатів (фланцеве з'єднання). Як показують проведені дослідження вібропередаючі властивості елементів кріплення залежать від ступеня і конструктивних особливостей підшипникових опор.

Так при відсутності радіального зазору в підшипниках коливальні рівняння матимуть вигляд:

$$m\omega^2(e_{ст} + y(t) - y_k(t)) - c_{пшк}(y(t) - y_k(t)) = 0, \quad (10)$$

$$m_k y''_k(t) + c_{\Sigma} y'_k(t) - c_{пшк}(y(t) - y_k(t)) = 0$$

де  $c_{\Sigma}$  – сумарна жорсткість корпусу ведучого моста в напрямку ординати,  $m_k$  – маса корпусу моста,  $y(t)$  и  $y_k(t)$  – функції, що визначають положення центра мас ротора і корпусу відповідно.

При цьому, амплітуда коливань корпусу  $A_k$  буде знаходитися виходячи з виразу:

$$A_k(t) = \frac{e_{ст}}{\left(\frac{m_k}{m}\right)\left(1 - \frac{m\omega^2}{c_{пшк}}\right)\left(\frac{c_{\Sigma}}{m_k\omega^2 - 1}\right)}, \quad (11)$$

При появі зазору в підшипниковому вузлі, рівняння 10 матиме вид:

$$m y''(t) - c_{пшк}(e_{ст} - y'(t) - y_k(t)) = 0,$$

$$m_k y''_k(t) + c_{\Sigma} y'_k(t) - c_{пшк}(e_{ст} - y(t) - y_k(t)) = 0, \quad (12)$$

амплітуда коливань в цьому випадку буде мати вигляд:

$$A_k(t) = \frac{e_{ст}}{\left(\left(\frac{m_k}{m}\right)\left(1 - \frac{m\omega^2}{c_{пшк}}\right)\left(\frac{c_{\Sigma}}{m_k\omega^2 - 1}\right)\right) - 1}, \quad (13)$$

Власна частота ведучого моста при наявності зношеності в підшипниковому вузлі, визначається як сума коливань мас вала і картера, причому вона менше значення власної частоти коливань корпусу окремо. Відповідно до цього, значення вібрації, виміряне на корпусі моста, при наявності зазору в підшипникових вузлах, нижче, ніж при відсутності заявлених дефектів в опорах. Позначене явище пояснює факт зменшення дисбалансу ведучої вал-шестерні головної передачі провідного моста в процесі експлуатації агрегату. Тому при зростанні зношеності підшипників власна частота коливань ротора і корпусу в горизонтальному напрямку прагне до нуля і при складанні діагностичної моделі механізму цей фактор можна не враховувати. Однак на практиці основні коливання ротора провокує деформація тіл кочення і доріжок кочення. Все це призводить до збільшення амплітуд вертикальних коливань і до більшого осьового люфту і зростанню навантажень в підшипникових вузлах.

УДК 631.004.1

## MEANS OF SMART TECHNOLOGY FOR DETERMINING LOSSES OF GRAIN AFTER DIRECT COMBINING

*Stetsyuk S. V.*

*National University of Life and Environmental Science of Ukraine*

In order to real-time monitor the grain loss caused by the cleaning process of combine harvester and display it in real-time in the form of loss rate, this paper developed a monitoring system of grain loss based on impact principle, the monitoring principle is shown in Fig. 1.

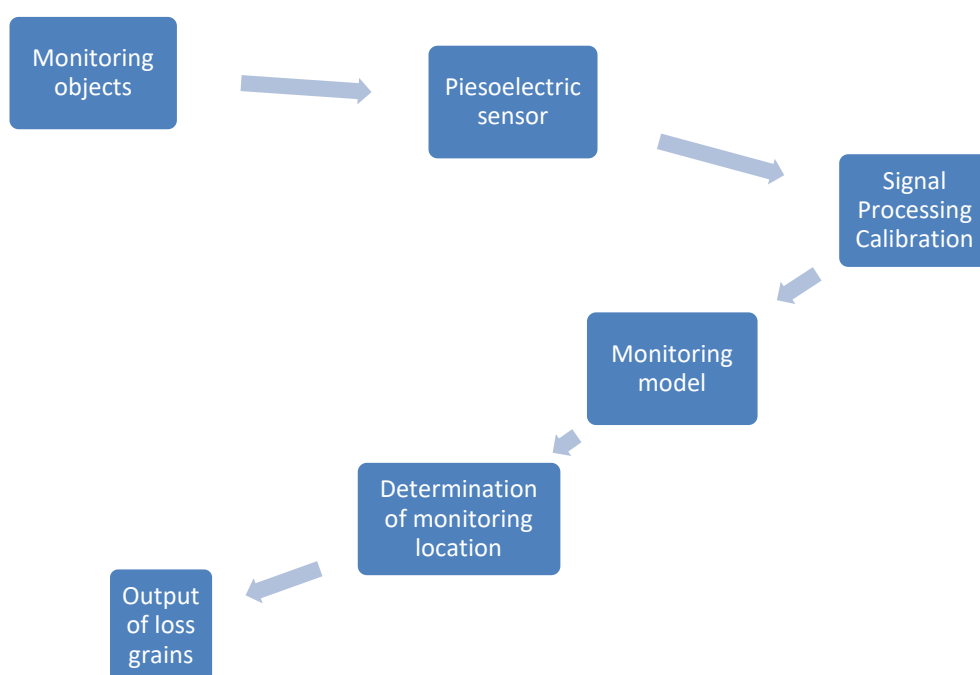


Fig. 1. Schematic diagram of Monitoring system.

Identification of hybrid grains in effluent by calibrating threshold difference between strike speed and sensor output voltage. The physical model between the seed impact signal and the amount of loss was established by studying the distribution law of lost grains behind cleaning screen, which provided a basis for the online monitoring of the amount of loss. In order to ensure that the selected monitoring points are representative, the model errors of each point are further analyzed and compared to determine the optimal detection location of the detection sensor. The relationship between the total amount of lost grains and the amount of feed was analyzed, and the Grain cleaning loss was converted into the rate of lost grains.

The commonly used piezoelectric impact sensors are piezoelectric ceramic type and piezoelectric thin film type (Ju et al., 2004). Because the piezoelectric constant of PVDF piezoelectric film is larger than that of piezoelectric ceramic sensor, it has better voltage output characteristics, and the piezoelectric film has good machinability, the size is determined according to the need, and can withstand large bending deformation. Therefore, the DT series PVDF piezoelectric film sensor of American MEAS brand was selected in this paper to monitor the cleaning loss. The sensor is 52um thick and soft, so this study selected 3mm thick steel plate as the mounting bracket, and the sensor is pasted on the bracket. In order to avoid the monitoring error caused by the secondary ejection between the grains and the mounting bracket, EVA foam double-sided rubber vibration isolation method is adopted between bracket and sensor to reduce noise, so as to ensure the monitoring accuracy of sensor, as shown in Fig. 2.

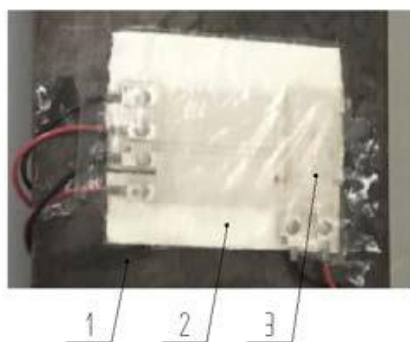


Fig. 2. Sensor for cleaning loss: 1 – steel plate; 2 – double-sided foam; 3 – PVDF piezoelectric film.

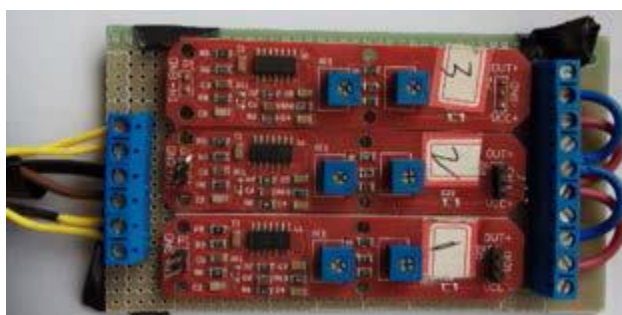


Fig. 3. Amplifier for module charge.

In order to control the detection noise caused by machine vibration, the rubber sheet is used to isolate vibration at the joint of the impact plate and the harvester frame to further improve the detection accuracy of the sensor. Considering that the small mass of the discharged material from the cleaning screen may lead to the problem that the impact signal is too weak to distinguish between the grain and the miscellaneous signal, a signal amplification module as shown in Fig. 3 is added in the system to amplify the output voltage of the piezoelectric thin film. The working voltage of this module is 5~9V, and the

dynamic magnification is adjustable from 0 to 1000 times, which can effectively improve the resolution accuracy of the system.

УДК 631.256.1

## **ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ІНЖЕНЕРНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ МАШИНОВИКОРИСТАННЯ ВИРОБНИЦТВА ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ**

*Коберник М. О.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

В умовах інноваційного та конкурентного розвитку галузей сільського господарства на перший план виходить такий фактор ефективного виробництва, як технічна оснащеність та рівень використання техніки. У зв'язку з цим об'єктивна оцінка виробничих можливостей аграрних підприємств на основі оцінки параметрів та характеристик їхньої технічної бази мають найважливіше значення для розвитку сільського господарства в цілому.

Однією з основних галузей сільського господарства є виробництво цукрових буряків. За високої забезпеченості сільгосптехнікою цукрові буряки – високоврожайна та економічно вигідна культура. На неї встановлено високі закупівельні ціни. Для підвищення економічної ефективності виробництва цукрових буряків необхідно передусім раціонально використовувати технічні ресурси.

З економічної точки зору під технічною базою виробництва цукрових буряків слід розуміти активну частину основних засобів, що включає в себе спеціалізоване обладнання та техніку загальногосподарського та спеціального призначення; та яка є основною частиною технічного потенціалу. Усі елементи технічної бази є однією загальної мети, що стоїть перед сільгоспвиробником. Враховуючи особливості цукробурякового виробництва, пропонується авторське угруповання елементів технічного потенціалу виробництва цукрових буряків, представлене на рис. 1. Причому набір техніки для виробництва цукрових буряків включає як загальногосподарську техніку (трактори, причіпні і навісні машини і т.д.), так і специфічну техніку (бурякозбиральні комбайни та буряконавантажувачі-очисники). Окрім наявності, складу та продуктивності техніки, на технологічний рівень сільськогосподарського виробництва впливають професійний рівень механізаторських кадрів та виробничі витрати. Тому поняття «технічний потенціал» має представляти не лише технічний, а й технологічний, економічний, а також соціальний аспект

сільськогосподарського виробництва через вплив ергономічних характеристик машин, зайнятість та кваліфікацію механізаторів, умови та рівень оплати праці.



Рис. 1. Структура технічної бази виробництва цукрових буряків.

На основі визначення технічного потенціалу, які були надані провідними вченими та фахівцями, нами сформульовано визначення технічного потенціалу виробництва цукрових буряків з урахуванням галузевої специфіки.

Технічний потенціал виробництва цукрових буряків – це сукупність технічних ресурсів, що є системою, яка дозволяє створити умови для найбільш ефективного здійснення комплексу технологічних операцій при обробі цукрових буряків.



УДК 631.004.1

## РОЗПОДІЛ ВІДМОВ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

Швидун О. В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

На підставі аналізу збирального сезону 2023 року (під наглядом 34 комбайни) було зроблено висновок, що найбільша кількість відмов у системах зернозбиральних комбайнів припадає на дизельний двигун (рис. 1). Розподіл відмов за системами дизельного двигуна представлено на рис. 2.

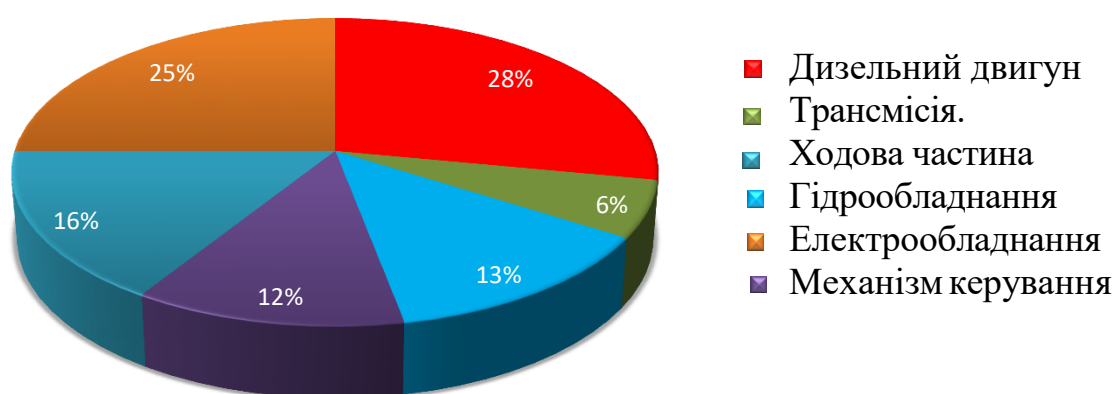


Рис. 1. Розподіл відмов за системами зернозбиральних комбайнів.

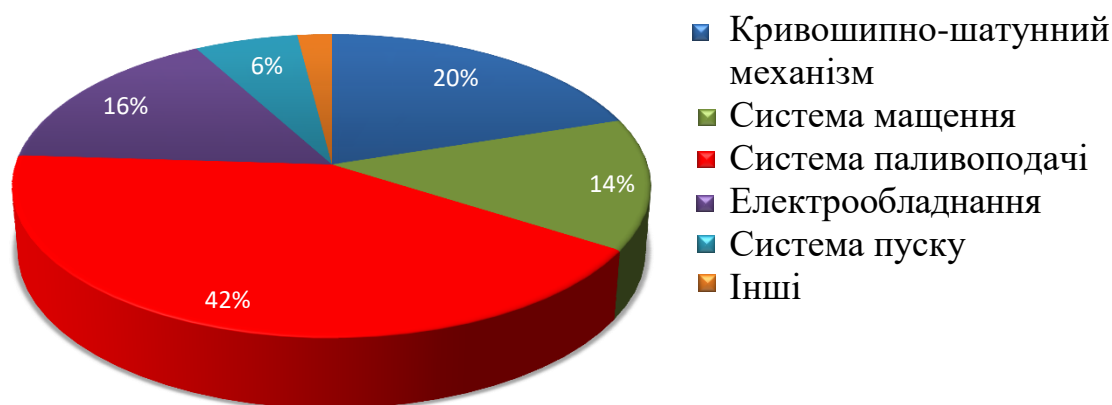


Рис. 2. Розподіл відмов у системах дизеля.

За результатами проведених досліджень зроблено висновок про те, що з усіх систем дизельного двигуна паливна апаратура найбільше впливає на його вихідні параметри роботи, такі як: потужність, економічність, надійність. Працездатність зернозбиральних комбайнів багато в чому визначається справністю паливної апаратури.

В даний час використовується попереджувальний метод управління працездатністю зернозбиральних комбайнів, який є недостатньо

ефективним через неповне використання ресурсу техніки та агрегатів, що не враховує фактичний технічний стан техніки. Найбільш ефективним способом управління технічним станом машин, стосовно аграрного комплексу, слід вважати технічну дію за станом. Застосування цього методу управління технічним станом виходить з діагностуванні техніки за умов її роботи.

УДК 631.004.1

## **МЕТОДИКА ПРИСКОРЕНИХ ВИПРОБУВАНЬ ЗАХИСНИХ КОМПОНЕНТ ДЕТАЛЕЙ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ У КОРОЗІЙНО-АКТИВНИХ РОЗЧИНАХ**

*Кузьмич І. М.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Протикорозійні властивості захисних складів залежать від інгредієнтів, які пригнічують (уповільнюють) електрохімічну корозію металу [1] або підвищують атмосферостійкість покриттів [2]. За результатами аналізу властивостей продуктів нафтохімії обрано компоненти для розробки консерваційних складів на мазутній основі:

■ Мазут М-100 – суміш вуглеводнів, нафтових смол, асфальтенів, карбенів, карбоїдів;

■ Кубові аміни (присадка Емульгін) – термопластична речовина рожево-коричневого кольору, містить парафінові вуглеводні, первинні та вторинні аміни, що уповільнюють електрохімічну корозію сталі;

■ Гарматне мастило ПВК (гарматне сало) – термопластична речовина світло-коричневого кольору, містить петролатум, олію та інгібітори корозії;

■ Присадка КО-СЖК – пластична речовина темно-коричневого кольору, що містить суміш монокарбонових жирних кислот і смолистих продуктів конденсації та полімеризації;

■ Уайт-спірит – органічний розчинник із фракцій бензину з температурою кипіння 150 – 200 °С. Вміст уайт-спіриту впливає на технологічність нанесення покриття та його властивості.

На сталі 08кп досліджували захисні властивості покриттів з мазуту М100 та складів, що містять мазут М100 з однією з присадок (Емульгін, гарматне сало, відпрацьовану синтетичну оливу Мобіл-1) у кількості 3, 5, 7 та 10%. Консерваційні склади одержували змішуванням компонентів при нагріванні до 80 °С. Покриття цих складів оцінювали на стійкість до впливу

рідких корозійно-активних середовищ: 3% розчину хлориду натрію і концентрованих розчинів мінеральних добрив.

Випробування проводили за стандартними методиками, тривалість випробувань – 15 діб. Концентровані розчини одержували шляхом змішування 4,5 кг дистильованої води (40-50 °С) з 1 кг гранульованих добрив: карбаміду ( $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ ), сульфату калію ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ), хлориду калію ( $\text{KCl}$ ), аміачної селітри ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), суперфосфату. Для випробувань у корозійно-активних середовищах пластини, покриті консерваційними складами, занурювали в розчини натрію хлориду (рис. 1). Об'єм розчину становив 15  $\text{cm}^3$  на 1  $\text{cm}^2$  площі зразка. Після випробувань покриття з пластин видаляли розчинником, продукти корозії видаляли протруюванням пластин у 10% розчині соляної кислоти з 10 г/л інгібітора ПКУ. Очищені від корозії пластини промивали водою, сушили спиртом та зважували на аналітичних терезах.



Рис. 1. Деталі з покриттями у корозійно-активних розчинах

Швидкість корозії ( $K$ ) пластини оцінювали за втратами маси металу:

$$K = \frac{\Delta m}{S_{\text{п}} \cdot \tau} \quad (1)$$

де  $m$  - втрата маси пластини, г;

$S_{\text{п}}$  - Площа пластини,  $\text{m}^2$ ;

$\tau$  – тривалість випробувань, добу.

Ступінь захисту покриття ( $Z$ ) визначали за такою формулою:

$$Z = \frac{K_0 - K}{K_0} \cdot 100\% \quad (2)$$

де  $K_0$  – швидкість корозії контрольної пластини (без покриття),  $\text{г}/(\text{m}^2 \cdot \text{добу})$

Список використаних джерел

1. Rogovskii I. L. Consistency ensure the recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine 2019. Vol. 10 (4). P. 145–150. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2019.04.145-150>.

2. Kuzmich I. M., Rogovskii I. L., Titova L. L., Nadtochiy O. V. Research of passage capacity of combine harvesters depending on agrobiological state of bread mass. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. Vol. 677. P. 052002. <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/677/5/052002>.

УДК 631.004.1

## STAND FOR TESTING DIAGNOSTIC PARAMETERS IN GRAIN COMBINE ENGINES USING VIDEO-ENDOSCOPE

*Grubrin O. M.*

*National University of Life and Environmental Science of Ukraine*

For an objective comparison of the used and proposed diagnostic methods, a program and methodology for setting up and conducting experimental tests were developed (Fig. 1).

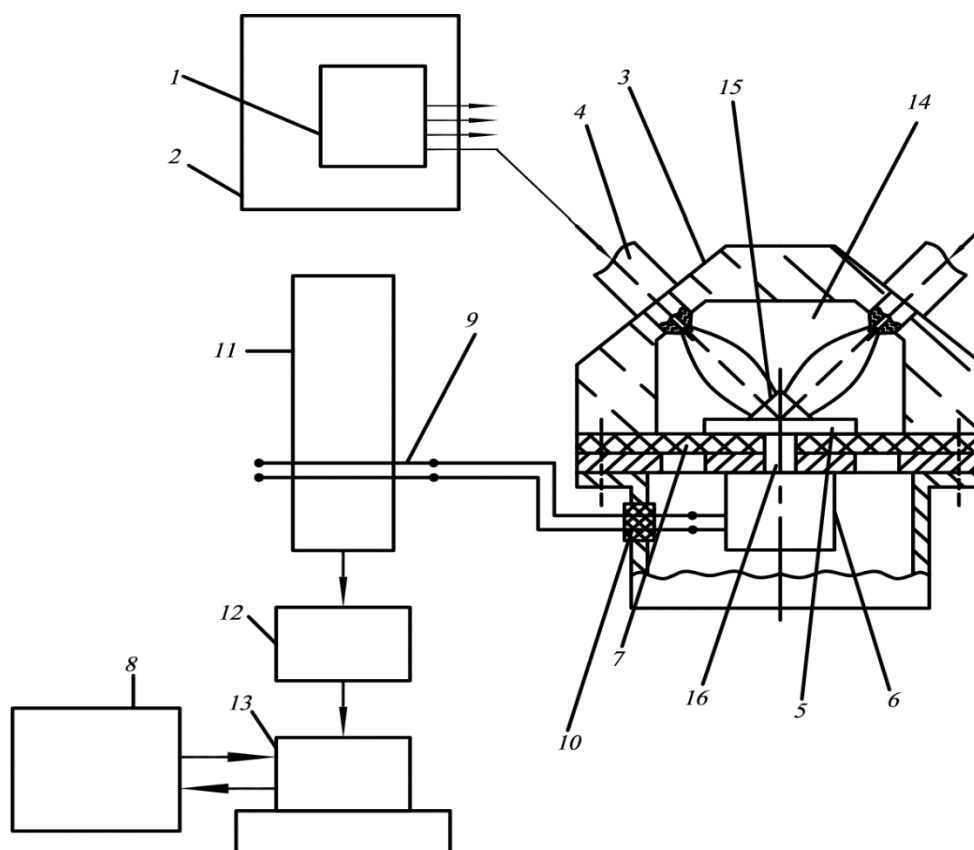


Fig. 1. Developed stand for diagnosing diesel fuel equipment: 1 – injection pump, 2 – engine, 3 – opening of the bench measuring chamber, 4 – fuel injector, 5 – surface of the sensing element, 6 – sensor output, 7 – elastic membrane, 8 – strobe, 9 – wire, 10 – sealing gasket, 11 – multi-channel amplifier unit with a passband in the ultrasonic region, 12 – multi-channel analog-to-digital converter unit, 13 – laptop computer, 14 – camera, 15 – diamond-shaped protrusion of the sensor, 16 – piezo accelerometric sensor.

Experimental tests consisted of diagnosing selected fuel equipment units in two stages. At the first stage, diagnostics was carried out in a laboratory for all selected parameters by measuring controlled parameters on existing certified

stands. At the second stage of testing, the same fuel equipment units are returned to the plot, installed on the machine, and the same parameters are diagnosed as in the laboratory, but under dynamic conditions using a developed diagnostic stand by measuring 2 parameters and calculating the third using a mathematical model. The result of the experiment was the obtained values of the operating parameters of the fuel equipment using the existing and proposed methods; their values will be compared, and the degree of their coincidence will show the accuracy of diagnosis using the developed method.

УДК 631.2.054

## **ENGINEERING MANAGEMENT CARTOGRAPHING THE INTEGRATED YIELD PRODUCTIVITY**

*Yevdokimenko T. S.*

*National University of Life and Environmental Science of Ukraine*

Let's take a look at the level of accuracy that has emerged from one of the most extensive operations of precision agriculture - mapping locally determined yields.

For the full functioning of the system for monitoring the yield of grain crops, a necessary equipment complex consists of an on-board computer with a monitor and an information input system, possessing a global satellite navigation system values and low sensors: the effective working width of the combine header, the position, the fluidity of the combine handle and the cleaned elevator grain, grain moisture and temperature, intensity of the flow of cleaned grain into the bunker (grain mass), grain consumption.

These devices and sensors are subject to their functionality and, obviously, imply the extreme accuracy of the output information for producing crop yield maps. The flow factors include the amount of transport delay in supplying cleaned grain to the mass sensor; diffusion to the flow of bread mass during the passage of the working parts of the combine from the cutting unit of the header to the bunker; damage to the grain mass sensor and the accuracy of its calibration; variations in the width of the header's grip at the time of harvesting; benefits for SHG owners; theft of the grain waste sensor; Algorithmic approaches for producing productivity cartographs.

To create high-precision cartographies of grain crop yields, it is necessary to balance the task of updating the intensity of the grain flow to the header with the results of varying the intensity of the output grain flow into the bunker. For which, for example, one can use the so-called integral model of Duhamel from the assigned impulse transient function of the dynamic system of the combine.

Unfortunately, many of the leading companies that specialize in prepared equipment for mapping yields have not yet “grown up” to the development of similar technological techniques, and similar tasks are tasks for today’s young talents and in the field of mechanization of the growing industry.

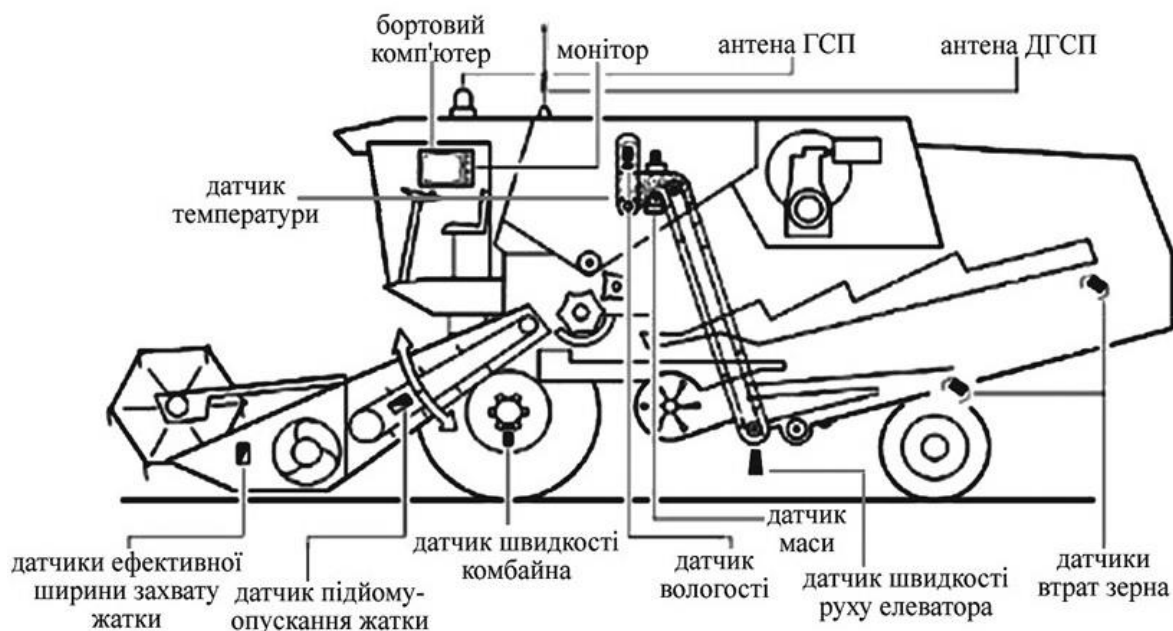


Fig. 1. Equipment complex for registration of locally determined grain yield.

The current rural state is at the threshold of the fifth stage of development of mechanized technologies, which will be based on robotics and elements of artificial intelligence. Unmanned vehicles and autonomous systems will begin to dominate.

According to recent forecasts, in the period until 2030, the market for unmanned field machines for Roslinnitsa will grow to close to 20 billion dollars. The development of robotics over the past decade has led to the fact that robotic systems are increasingly being used for installation in various commercial enterprises.

There has been an increase in the intensive use of drones, including those of rural importance, and this will significantly enhance the advancement of precision farming technologies. They collect information about fields and crops and enter the data into an electronic field map. However, the accuracy of the extracted information improves several times, and spending money on folding such cards, however, is significantly shortened. In addition, spray systems such as quadcopters today introduce live fertilizers and spray the plants with pesticides.

But the most effective and convenient tasks for improving the speed of technology in modern Ukraine are navigation and rover control of unmanned

ground vehicles. The theory and practice of MTA driving along a given route are intensively developing. Today's rural cars have become objects that need to be defined by the terminology of the theory of navigation and hand control. Robotic systems and field technological tasks are becoming increasingly stagnant, such as the collection and registration of field data, as well as the use of MTA in such operations, which are unprofitable for the people of the Russian Federation. The objects. The use of ground-based tools for automated collection of field data allows you to reduce the amount of working hours spent on monitoring the state of ecosystems, improve the accuracy of field assignments and ensure the continuity of processes monitoring of natural resources. In addition, the use of unmanned systems to control the kinematics of the rover of field mobile objects makes it possible to reduce the complicity of field mechanized operations by saving money on labor costs. and operator.

УДК 631.001.5

## **АНАЛІТИЧНЕ ПОЛОЖЕННЯ ТРУДОМІСТКОСТІ ПІДТРИМАННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ**

*Гнатюк О. Ф.*

*Житомирський агротехнічний фаховий коледж*

Експлуатація парка сільськогосподарських машин вимагає значних затрат на їх обслуговування. Ці витрати істотно скорочуються, якщо застосовуються заходи з централізованого обслуговування, тобто група машин обслуговується бригадою. Практика роботи збирально-транспортних комплексів в господарствах України показує, що при проведенні технічного обслуговування і усуненні несправностей машин, які входять в комплекс, поряд з працівниками приймають участь і комбайнери.

Аналізуючи технологію обслуговування, варто відмітити, що виконувани усунення несправностей і догляд конструктивних елементів і систем машин розкладаються на ряд підсистем, обслуговування яких може виконуватись або одночасно, або в визначений по черговості. Утримання значної кількості обслуговуючих мобільних бригад. З однієї сторони, призведе до значного їх простою, так як трудоємкість виконання обслуговуючих робіт підсистем різна. Якщо працівників недостатньо, тривалість технічного обслуговування збільшується, в зв'язку з чим буде втрачено для господарств визначена кількість врожаю (зернових, цукрових буряків, овочів тощо), що приведе до економічним збитків. Таким чином, виникає наступна задача. Яка повинна бути чисельність працівників, щоб

час, який затрачається працівниками, з однієї сторони, і комплексом машин – з другої, приводило до мінімальних витрат.

В якості цільової функції оптимізації  $n$  працівників в мобільній бригаді приймемо досягнення сумарних затрат, що пов'язані з простоем машин збирально-транспортного комплексу, і затрат на мобільну бригаду:

$$z(n) = \Pi_1 + \Pi_2 \rightarrow \min, \quad (1)$$

де  $\Pi_1$  – середні збитки через простої машини, що має відмову;  $\Pi_2$  – збитки, які виникають через простій працівників, що зайняті на проведенні технічного обслуговування машини.

$$z(n) = \{C_3 \cdot (\bar{t}_{обс} + \bar{t}_{оч}) + C_4 \cdot \bar{t}_{пр}\} \rightarrow \min, \quad (2)$$

де  $\bar{t}_{обс}$  – середній час обслуговування заявки;  $\bar{t}_{оч}$  – середній час очікування заявки в черзі;  $\bar{t}_{пр}$  – середній час простою працівника-фахівця при відсутності заявок на обслуговування;  $C_3$  – середні втрати за одиницю часу, що пов'язані з простоем з причини відказу машини;  $C_4$  – збитки від простою працівника-фахівця, який зайнятий на проведенні технічного обслуговування.

Середній час обслуговування заявки знайдемо за відомою формулою:

$$\bar{t}_{обс} = \frac{1}{\mu \cdot n}, \quad (3)$$

де  $\mu$  – інтенсивність обслуговування машини одним працівником-фахівцем.

Середній час очікування заявки в черзі на обслуговування визначаємо із відомого виразу:

$$\bar{t}_{оч} = \frac{\rho^{n+1}}{\varpi \cdot (n-1)! \cdot (n-\rho)^2} \cdot P_0, \quad (4)$$

де  $\rho = \frac{\omega}{\mu}$ ;  $\omega$  – інтенсивність потоку вимог на обслуговування;  $P_0$  – ймовірність того, що час очікування рівний нулю.

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{i=0}^{n-1} \frac{\rho^i}{i!} + \frac{\rho^n}{n! \cdot \left(1 - \frac{\rho}{n}\right)}}. \quad (5)$$

Середній час простою працівника-фахівця мобільної бригади буде:

$$\bar{t}_{пр} = P_0 \cdot T_{зайн}, \quad (6)$$

де  $T_{зайн}$  – період зайнятості працівника-фахівця при обслуговуванні.

При мінімізації критерію (2) знаходимо  $n^{opt}$  – оптимальну чисельність мобільної бригади, яка забезпечую мінімум сумарних затрат, що пов'язані з простоем машини і затрат на мобільну бригаду. На утримання і підготовку всієї мобільної обслуговуючої бригади накладаються обмеження за затратами:



$$n \cdot (S_1 + S_2) \leq S_0, \quad (7)$$

де  $S_1, S_2$  – затрати, відповідно, на підготовку і утримання фахівців мобільної бригади;  $S_0$  – загальні допустимі затрати на утримання і підготовку всіх працівників, які зайняті на технічне обслуговування машин.

Пояснимо процедуру оптимізації.

Крок 1. З обмежуючої умови (7) знаходимо максимально допустиму чисельність працівників-фахівців з технічного обслуговування:

$$n_0 = \frac{S_0}{S_1 + S_2}. \quad (8)$$

Крок 2. Для величини  $n_0$  обраховується значення критерію  $z(n_0)$ . Потім такі ж обчислення повторюються для значення  $n_1$ .

$$n_1 = n_0 - 1. \quad (9)$$

Отримане значення критерію  $z(n_1)$  порівнюється із значенням критерію, який отриманий на попередньому кроці, в даному випадку  $z(n_0)$ . Визначається менше з них. Таке ж порівняння проводиться на кожному  $j$ -му кроці. Якщо  $z_j(n) < z_{j-1}(n)$ , процедура продовжується. Якщо  $z_j(n) > z_{j-1}(n)$ , то значення  $z_{j-1}(n)$  буде мінімальним із розглянутих і процедура закінчується.

Значення  $n_{j-1}$ , яке відповідає  $z_{j-1}(n)$ , приймається в якості оптимальної чисельності  $n^{opt} = n_{j-1}$  працівників-фахівців в мобільній бригаді. Якщо на кожному кроці процедура оптимізації буде  $z_j(n) < z_{j-1}(n)$ , то процедуру оптимізації закінчуємо при  $n_j = 0$ . Оптимальною чисельністю працівників-фахівців в мобільній обслуговуючій бригаді буде  $n^{opt} = n_0$ .

Під час реалізації процедури оптимізації може визначитись, що  $n^{opt}$  рівне одиниці або двом. В такому випадку доцільно обчислити коефіцієнт завантаження працівників-фахівців з технічного обслуговування  $K_{заван} = \bar{P}_j$ . Якщо  $K_{заван} < 0,5$ , вирішується питання про доцільність створення мобільної бригади, які будуть обслуговувати машини.

Визначення складу мобільної бригади, яка складається із  $n$  працівників-фахівців, може бути проведено методом експертних оцінок. Групі експертів (чисельність 10-15 експертів) може бути запропоновано таблиці 1, в якій кожний експерт заповнює графу з внесенням необхідного, за його міркуванням, кількістю фахівців  $n_\eta$  ( $\eta = \overline{1, L}$ ,  $\eta$ -го розряду (кваліфікації)).

При призначенні  $n_\eta$  повинна дотримуватись умова:

$$\sum_{\eta=1}^L n_\eta = n^{opt}, \quad (10)$$

де  $L$  – кількість розрядів (кваліфікацій).

Шляхом усереднення назначених експертами значень визначаємо:

$$\bar{n}_\eta = \frac{\sum_{L=1}^N n_{\eta L}}{N}. \quad (11)$$

Таблиця 1 – Форма для проведення експертного опитування

№ позиції	Значення фактору $n$	Примітка
1	$n_1$	Чисельність працівників-фахівців I розряду
2	$n_2$	Чисельність працівників-фахівців II розряду
...	...	...
$\eta$	$n_\eta$	Чисельність працівників-фахівців $\eta$ розряду
...	...	...
$L$	$n_L$	Чисельність працівників-фахівців $L$ розряду
$\sum_{\eta=1}^L n_\eta = n^{opt}$		

Отримане значення за формулою (11) округлюємо до цілого числа і приймаємо в якості середньої чисельності працівників-фахівців  $\eta$ -го розряду (кваліфікації). Потім перевіряється виконання умови не перевищення затрат на мобільну бригаду:

$$\sum_{\eta=1}^L (n_\eta \cdot Z_\eta) \leq n^{opt} \cdot Z_{cp}, \quad (12)$$

де  $Z_{cp} = S_{cp} + c_{cp}$  – затрати на працівників-фахівців середньої кваліфікації;  $Z_\eta$  – затрати на працівника-фахівця  $\eta$ -го розряду (кваліфікації).

В випадку невиконання умови (12) опитування експертів повторюється. При цьому експертам вказують причини невиконання умови (12).

УДК 631. 075.3

## ENGINEERING MANAGEMENT OF SYSTEMATIZATION OF STRUCTURE OF ELEMENT BASE OF AGRICULTURAL MACHINES

*Gavrilyuk V. V.*

*National University of Life and Environmental Science of Ukraine*

From the materials on the structure of the elemental base for agricultural machines, taking into account the available experience, the elemental base of the following groups (aggregates, systems and nodes) is distinguished in the form:

- engines;
- hydraulic systems: hydraulic pumps; hydraulic motors; hydraulic distributors; hydraulic cylinders; hydraulic system connecting equipment (high-pressure hoses, shut-off devices, breakaway couplings);

- fuel equipment;
- running systems: driving bridges for self-propelled vehicles; pneumatic drive units of brake systems; pneumatic tires; wheels with pneumatic tires; axles with assembled wheels for machines of the type of trailers and semi-trailers; nodes of connecting lines of brake systems;
- reducers: general purpose, incl. conical, cylindrical, combined; for tillage machines and fertilizing machines;
- cardan transmissions: telescopic and non-telescopic cardan shafts; cardan shafts with and without a protective cover; cardan shafts with a safety clutch; cardan shafts with an overrunning clutch;
- V-belt transmissions: driving wedge belts; drive pulleys; tension pulleys;
- chain transmissions: drive roller chains; asterisks, incl. integral, assembled, disc, for single- and double-row chains; tension sprockets and rollers for chain gears;
- bearing units: ball bearings; sliding bearings;
- couplings: connecting, chain and elastic; overtaking; precautionary;
- working bodies of tillage machines;
- electrical equipment.

The systematized material from the element base will be the basis for identifying the available parametric and typical size series of structural units of the element base.

УДК 631.075.3

## **МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ АГРОТЕХНІКИ ВИРОБНИЦТВА ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР СИСТЕМОТЕХНІКИ РОСЛИННИЦТВА**

*Сівак І. М.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Всім процесам зміни стану, які відбуваються при роботі машини відповідають свої характерні закономірності, які визначаються конструкцією складової частини, умовами роботи і іншими факторами. Важливе місце в теорії технічного обслуговування займає об'єднання різнорідних робіт в один комплекс і формування циклу технічного обслуговування. Під циклом технічного обслуговування вважається найменший, періодично повторний інтервал наробітки або часу в експлуатації машини, на протязі якого виконуються в певній послідовності установлені види її технічного обслуговування. Значне значення мають методи, які дозволяють стосовно конкретної машини використовувати

досвід експлуатації машини-прототипу. При формуванні циклу вибирають тривалість циклу, періодичність, кратність періодичності і кількість видів технічного обслуговування машини. Тривалість циклу визначається надійністю основних складових частин машини. Аналіз досвіду закордонних фірм спонукав вітчизняного сільськогосподарського машинобудівника підняти тривалість циклу технічного обслуговування, яке знаходиться в межах 1000-2000 мото-годин для сільськогосподарських тракторів. При цьому відбулось не обґрунтоване збільшення періодичності технічного обслуговування вітчизняних сільськогосподарських машин в порівнянні, з тим, що за нормовано понині діючим. Для забезпечення умов організації, планування і контролю за технічним обслуговуванням необхідно щоб кожне технічне обслуговування мало періодичність кратну періодичності наступного більш складного виду обслуговування. Найбільша періодичність технічного обслуговування повинна бути кратною одному міжремонтному ресурсу машини. Кількість видів технічного обслуговування на практиці вітчизняній і закордонній встановлюється для тракторів – від чотирьох до семи, для складних збиральних машин від трьох до чотирьох, з урахуванням щоденного.

Першою і основною частиною робіт з встановлення періодичності технічного обслуговування є виявлення основних закономірностей і причин зміни технічного стану. Другою частиною роботи є встановлення допустимих значень параметрів стану деталей, спряжень, з'єднань.

На періодичність технічного обслуговування впливає багато різноманітних факторів. Поєднання цих факторів є випадковим. Тому періодичність технічного обслуговування повинна встановлюватись шляхом обробки з використанням методів математичної статистики і теорії ймовірності результатів масових спостережень. Аналіз існуючих методів дозволив запропонувати узагальнений методичний підхід до обґрунтування періодичності технічного обслуговування.

Визначення періодичності технічного обслуговування методом аналогій і уточнень. Періодичність у відповідності з даним методом призначається шляхом порівнянь з прототипами і потім уточнюється в результаті випробувань і досвіду експлуатації. Даний метод може бути використаним як орієнтований для попередніх випробувань машини.

Визначення періодичності технічного обслуговування по заміні зовнішнього вигляду вузла, механізму. За зовнішнім виглядом і характером забруднень можна визначити періодичність проведення очисних і мийних, а також ряду кріпильних робіт (гайок дисків коліс та інше).

За зовнішнім виглядом і розміщенню консистентного мастила можна охарактеризувати також допустиму періодичність заміни або необхідності добавлення мастила у підшипниках маточин коліс. Розшарування або скидання мастила свідчить про необхідність проведення його заміни.

Визначення періодичності технічного обслуговування за допустимим значенням і закономірностями зміни параметру, який характеризує технічний стан. Зміна технічного стану в більшості випадків відбувається поступово і може бути апроксимована в залежності від наробітку цілою раціональною функцією  $n$ -го порядку:

$$S_{mc} = b_0 + b_1 \cdot T + b_2 \cdot T^2 + \dots + b_n \cdot T^n \quad (1)$$

де  $S_{mc}$  – параметр технічного стану;  $T$  – наробіток;  $b_0$  – початкова величина параметру технічного стану;  $b_1, b_2, \dots, b_n$  – коефіцієнти, які визначають характер і ступінь залежності параметру технічного стану від наробітку.

Дослідивши закономірності зміни технічного стану з'єднання, вузла, механізму від часу роботи і допустиме значення параметру технічного стану можна визначити оптимальну періодичність технічного обслуговування аналітично, якщо підставити в формулу (1) допустиме значення параметру технічного стану  $S_\delta$  і вирішити на предмет визначення наробітку.

Однак цей метод не враховує варіацію параметра і не дає оцінку надійності періодичності, яка отримана. Тому для врахування варіації параметра введено поняття про його максимальну інтенсивність зміни, яка відповідає довірчому рівню ймовірності  $P_\delta$ .

$$S_\delta = \bar{S} \cdot \mu, \quad (2)$$

де  $\bar{S}$  – середня інтенсивність зміни параметру технічного стану, яку отримують із кривої розподілу;  $\mu$  – коефіцієнт, який враховує вид кривої розподілу, коефіцієнт варіації і довірчий рівень ймовірності  $P_\delta$ .

При визначенні коефіцієнта  $\mu$  приймається ймовірність того, що фактична інтенсивність втрати роботоздатності (зміна параметру технічного стану) буде менше або рівна допустимій:

$$P\{S_i \leq S_\delta\} \geq P_\delta \quad (3)$$

Для нормального закону розподілу:

$$\mu_n = 1 + t_\delta \cdot V, \quad (4)$$

де  $V$  – коефіцієнт варіації;  $t_\delta$  – нормоване відхилення, яке відповідає прийнятому довірчому рівню ймовірності.

Для закону розподілу Вейбула-Гнеденко, якщо прийняти:

$$P_\delta = 1 - \exp\left(-\frac{a_\delta^m}{a_0}\right) \quad (5)$$

$$\bar{a} = \sqrt[m]{a_0} \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{m}\right). \quad (6)$$

Отримаємо наступний вираз для  $\mu$ :

$$\mu_\beta = \frac{\sqrt[m]{-\ln(1 - P_\delta)}}{\Gamma\left(1 + \frac{1}{m}\right)}, \quad (7)$$

де  $\Gamma$  – гамма-функція;  $m$  – параметр розподілу закону Вейбула-Гнеденко, який залежить від коефіцієнта варіації.

Вплив найбільш розповсюджених законів розподілу, коефіцієнтів варіації і довірчого рівня ймовірності на коефіцієнт наведений на рис. 1.

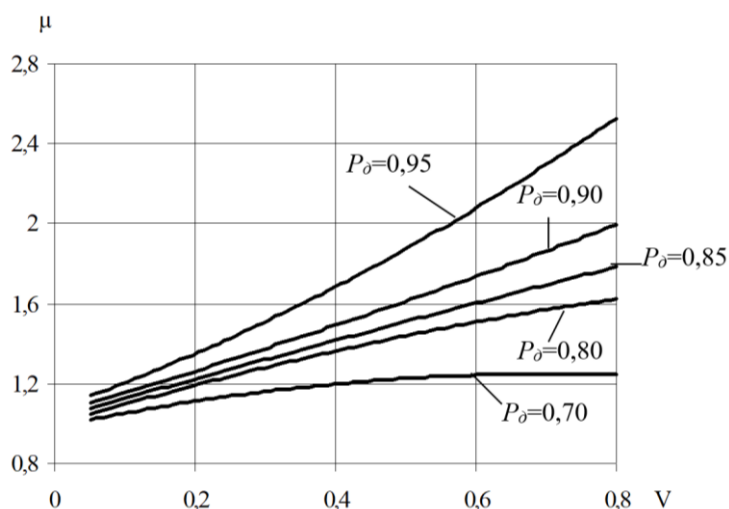


Рис. 1. Вплив коефіцієнтів варіації  $V$  закону розподілу і довірчого рівня ймовірності на коефіцієнт максимальної інтенсивності  $\mu$ .

Таким чином, знаючи  $V$  і, задаючись довірчим рівнем ймовірності визначають  $\mu$ , а потім за формулою (2)  $S_{\delta}$ . Запропонований метод дозволяє визначати таку періодичність обслуговування, при якій ймовірність перевищити допустиме значення параметра технічного стану менше допустимої. При призначенні періодичності можуть бути прийняті наступні значення довірчого рівня ймовірності:

- при впливі на безпечність руху  $P_{\delta}' = 0,9 - 0,95$  (90 – 95%);
- для інших випадків  $P_{\delta}'' = 0,85 - 0,90$  (85 – 90%).

Періодичність технічного обслуговування  $\Pi_{mo}$  визначається із виразу:

$$\Pi_{mo} = \frac{y_{\delta} - y_0}{\mu \cdot a}, \quad (8)$$

де  $y_{\delta}$  – допустиме значення параметру технічного стану;  $y_0$  – початкове значення параметру технічного стану.

Область використання – об'єкти з фіксуною зміною параметру технічного стану, до яких відноситься більшість вузлів, котрі підлягають регульовальним, очищувальним (фільтри) і деяким змащувальним роботам, які пов'язані в основному, з контролем рівня.

Визначення періодичності за допустимим рівнем безвідмовності. Параметрам зміни технічного стану впливає розсіювання. Якщо призначити періодичність технічного обслуговування з врахуванням всього розмаху можливих значень параметру, то вона буде занадто низькою. Призначення періодичності виходячи із середнього значення параметру, приводить до того, що біля половини випадків відмов виникає раніше встановленої

періодичності. Даний метод визначення періодичності за допустимим рівнем безвідмовності передбачає визначення періодичності  $\Pi_{mo}$  при умові, що ймовірність виникнення відмови раніше встановленої періодичності буде менше обумовленого рівня:

$$P\{\Pi_{mo_i} \leq \Pi_{mo}\} \leq 1 - P_d, \text{ або } P\{\Pi_{mo_i} > \Pi_{mo}\} \geq P_d. \quad (10)$$

При призначенні періодичності технічного обслуговування можуть бути прийняті вищезазначені допустимі рівні ймовірності. Якщо знати допустимий рівень ймовірності, криву розподілу періодичності, можливо визначити раціональну періодичність технічного обслуговування із умови забезпечення безвідмовної роботи при заданому рівні ймовірності. При цьому враховується коефіцієнт оптимальної періодичності, який враховує вид кривої розподілу, коефіцієнт варіації і довірчий рівень ймовірності.

Умови, які сприяють використанню даного методу: економічні наслідки відмови не є першорядними; масовість об'єктів, при котрій питомий вплив кожного на роботу здатність машини відносно невеликий; практична неможливість фіксації послідовності зміни стану кожного об'єкту в часі. Даний метод можна застосовувати для встановлення періодичності технічного обслуговування (контроль і підтягування) кріпильних деталей.

Техніко-економічний метод найбільш повно враховує технічні і економічні фактори, але надто трудомісткий і собі вартісний. Оптимальна періодичність технічного обслуговування вибирається на основі даних відповідного техніко-економічного аналізу з врахуванням результатів відмов об'єкту.

Перевага віддається періодичності, яка забезпечує комплексне рішення всіх задач з обслуговування за даним об'єктом при мінімальних питомих приведених витратах на його технічне обслуговування і усунення несправностей в польових умовах в між контрольний період при допустимому рівні ймовірності відмови об'єкту.

Питомі приведені витрати  $\bar{B}_{yf}$  коштів в зв'язку з технічним обслуговуванням основної частини об'єкту в загальному вигляді дорівнюють сумі додатків цільової функції:

$$\bar{B}_{yf} = \sum_{i=1}^n \bar{B}_{yfi}. \quad (11)$$

В формулу (11) як доданки входять середні питомі витрати коштів на:

- оплату праці робітників, які обслуговують  $f$ -ту складову частину і затрачених при цьому матеріалів;
- усунення наслідків відмов за параметром між плановими обслуговуваннями об'єкту;
- на заміну до- або міжремонтного ресурсу обслуговуваної складової частини чи об'єкту, якщо його ресурс залежить від періодичності обслуговування складової частини;

- економічні збитки, внаслідок зменшення ефективності f-ої складової частини об'єкту (збільшення витрат палива за рахунок зменшення ккд);
- технічне обслуговування і ремонт використовуваних технологічних засобів технічного обслуговування;
- амортизацію і експлуатацію виробничої бази технічного обслуговування, які віднесені на f-ту складову частину об'єкту;
- витрати на простій об'єкту при його обслуговуванні;
- транспортування об'єкту до місця обслуговування.

Висновок. При обґрунтуванні періодичності операцій технічного обслуговування сільськогосподарських машин рекомендуються такі методи: аналогій і уточнень – при проектуванні машин і їх попередніх випробувань; за зміною зовнішнього вигляду вузла, механізму – для очисно-мийних і кріпильних робіт; за допустимим значенням і закономірності зміни параметру – регульовальні і очисні (фільтри) роботи, контроль рівня; за допустимому рівнем безвідмовності – контроль і підтягування кріпильних деталей; техніко-економічний – комплекс вирішення питань з обслуговування об'єкту при мінімальних витратах на його технічне обслуговування і допустимому рівні ймовірності відмови об'єкту.

УДК 631.075.3

## **ELEMENT BASE OF SMART TECHNOLOGIES FOR DETERMINING GRAIN LOSSES BY COMBINE HARVESTER**

*Rogovskii I. L.*

*National University of Life and Environmental Science of Ukraine*

The main directions of development of modern harvester construction are increasing their productivity by increasing the capacity and reliability of harvesters, universalizing these machines for harvesting various agricultural crops (corn, sunflower, etc.), improving the working conditions of machine operators.

The productivity of the grain harvester is largely determined by the design and parameters of the threshing-separating device. According to the design of the threshing-separating device, modern combines are divided into three main types: classic, rotary and combined. In classical combines, threshing and separation of the bread mass is carried out by a hammer drum and a keyboard straw shaker (Fig. 1). In order to increase throughput and quality of threshing, combines are equipped with an impact beater (KZS-9-1), an APC threshing and separation system: a beater-accelerator of the movement of the bread mass, a threshing drum and an impact beater (Lexion 540, T 670, etc.).



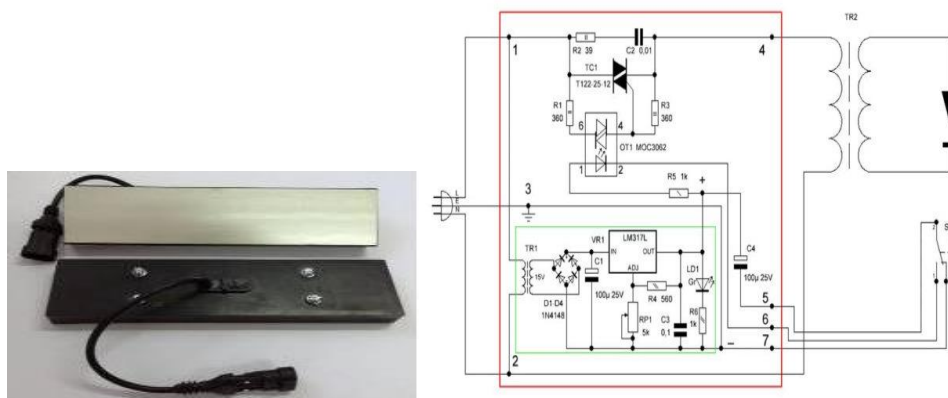


Fig. 1. General appearance and scheme of the mechanical loss sensor behind the threshing-separating device of grain harvesters.

Combine harvesters with a classic threshing scheme mainly have a capacity of 5-10 kg/s. Further growth of throughput is achieved by increasing the size of the threshing-separating device, and therefore the size and weight of the harvester (GS12), which leads to a significant increase in the material capacity of the machine and compaction of the soil by its undercarriage.

A significant reserve in increasing the productivity of combines with a classic threshing-separating device is the introduction of a multi-drum system (Skif-250, Skif-250r and Skif-350). Thanks to this, the throughput of the Skif-350 grain harvester was brought up to 14 kg/s.

Practice shows that the bulk of grain loss by combine harvesters with a classic threshing-separating device occurs in straw (coarse) chaff, especially when harvesting high-yielding, moist and weedy breads. Therefore, in order to improve the efficiency of the separation of coarse piles, in combine harvesters of the "Lexion" series, a beater with active fingers (MSS system) is installed above the straw shaker keys, which helps push down the pile and separate the grain. However, despite all the improvements of the combine with a classic threshing scheme, when it is used, increased losses and damage to the grain (shredding and microcracks) are still observed.

If, for example, you take an ear of corn and hit it against the edge of the table, then first of all, a large, complete grain will fall out. Slender, underdeveloped - will remain in the ear. To remove it, it is necessary to apply a significantly greater impact force. This is how a harvester with a classic threshing scheme works. The drum threshing device is set to the mode to remove all the grain, but the most valuable part of the crop is damaged. With less effort and without damage, you can remove the grain if you pinch the ear between the palms of your hands and rub them together. This principle is embedded in the design of the combine with a rotary threshing scheme.

In rotary combines, threshing and separation of the bread mass is carried out in a single working body - the rotor, which replaces the drum and straw shaker. This makes it possible, compared to a classic combine, having the same

dimensions, to almost double productivity, reduce crushing and micro-damage of grain, and, therefore, to improve its sowing qualities.

The Dutch company New Holland produces two-rotor combine harvesters of the CR series. The bread mass comes from the feeding tray, is picked up by spiral bars in the front part of the rotor. Then it is divided into two parallel streams, threshed by rotors that rotate in opposite directions, fed to a beater with adjustable drumming and goes further into a deflector, which directs the straw into a chopper or into a windrow on the surface of the field (Fig. 2).

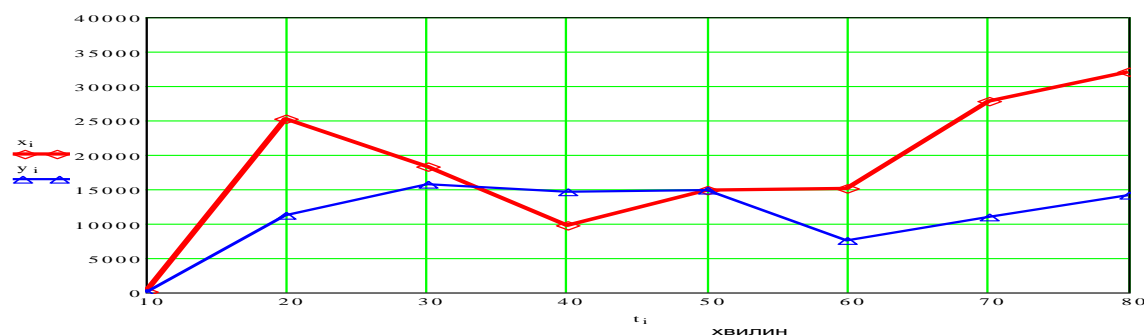


Fig. 2. Study of the system of numerical measurement of grain losses after the Slavutych harvester.

Rotary combines have proven themselves well for harvesting corn, sunflower and soybeans. Their disadvantages are somewhat higher (by 10-20%) fuel consumption per unit of work. And the price of the car itself is higher. The evolution of the design of combine harvesters has led to the creation of combined threshing-separating devices, in which threshing and the main separation of the bread mass is carried out by a classic (drum) threshing-separating device, and the separation of the straw pile by a rotary straw separator with axial feed. Such combine harvesters are produced by Klaas (brands Lexion 570, Lexion 580 and Lexion 600, Tucano 470 and Tucano 480), John Deere (C 670) and New Holland (CS 6090 and CSX 7080).

Klaas grain harvesters with a combined threshing-separating device are equipped with an APS threshing system (bread mass accelerator, threshing drum and beater). A significant acceleration of the flow of bread mass from 3 to 20 m/s helps to increase the efficiency of the threshing-separating device of the combine, in particular, the uniformity of the supply of mass to the drum and additional

separation of grain due to the action of centrifugal forces. Finally, the grain is separated by the rotary separation system Roto Plus. Combines of the "Lexion" series are equipped with two rotary separators that rotate in opposite directions. Depending on the type of grain crops, harvesting conditions and straw properties, the rotation frequency of the rotors can be adjusted from 350 to 1010 min<sup>-1</sup> directly from the cabin. The throughput of such combines reaches 20 kg/s.

For agricultural companies that specialize in the cultivation of corn and leguminous crops on relatively small areas (up to 500 hectares) and yields up to 40 t/ha, it is more effective to use combines with a classic threshing-separating device and a throughput of up to 5-7 kg/s. Agricultural enterprises that grow grain, corn, sunflower and soybeans on large areas should focus on high-performance rotary combines. As for combine harvesters with a combined threshing system, they are recommended for use in large farms (approximately more than 3,000 hectares of grain crops) with a yield of more than 50 t/ha.

The main points of reference in the choice of combine harvesters are the structure of sown areas, the amount of harvesting work and the yield of agricultural crops. With the increase of cultivated areas and crop yields, combine harvesters of increased throughput with appropriate threshing and separating devices are needed. The purchase of this or that unit is also determined by the financial capabilities of the buyer. Ukrainian combine harvesters KZS-9-1, "Obriy", "Dnipro" are much cheaper than their counterparts in the world's leading countries, but they are characterized by insufficient reliability.

According to the State Committee of Statistics, at the beginning of 2022 there were 32,750 grain harvesters in agricultural enterprises of Ukraine. Another part, mostly outdated patched-repaired ones, is in private peasant farms. According to some data, the total number of grain harvesters varies between 38,000 and 50,000 units. However, it is known for certain that Ukraine loses up to 6 million tons of grain every year due to untimely harvesting, and a significant part of the harvested grain is transferred from food to fodder. Instead of the optimal 10 days, the harvesting period of early grain crops is extended to 20 or more. It is also known that losses of winter wheat grain after 11-13 days after full maturity reach 16.2%, after 14-16 days – 17.3%, and after 17-20 days – 27.3%.

## *Секція*

# *Транспортні технології та логістика*

УДК 65.012.34:631.11

### **АСПЕКТИ ТРАНСПОРТНОЇ АГРОЛОГІСТИКИ ТА ЇЇ СКЛАДОВИХ В УМОВАХ РОБОТИ УКРАЇНСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ**

*Бондарев С. І.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Постановка проблеми. На сучасному етапі розвитку аграрного бізнесу в Україні, яка належить до великих аграрних країн світу, логістика характеризується складними соціальними та економічними процесами щодо створення ефективно ринкової економіки. Вона потребує значний змін цілого ряду положень економічної політики [1]. І це насамперед стосується аграрного виробництва, оскільки воно є основою для здійснення ринкових перетворень у всіх сферах економічної стабільності України.

Аналіз останніх досліджень. Проблемам перевезення вантажів у сільському господарстві й використанню мобільного транспорту в АПК присвячені праці цілого ряду науковців: Є.А. Бузовського, В.Г. Василенка, О.П. Величка, М.Г. Вергуна, І.О. Гутурова, Т.А. Гуцула, І.В. Заблудської, І.В. Клюса, В.І. Котелянця, Т.В. Мірзоєвої, Н.В. Прозорової та ін. Теоретичні та прикладні засади дослідження «екологістики» знайшли своє відображення в роботах Д. Кобертая, Т.В. Косаревої, А. Кизима, Н.О. Маргіти, І.Г. Смирнова, Ю.В. Чортюка. Сформульовані в їхніх працях наукові підходи до використання логістичного механізму при транспортуванні вантажів, висновки й рекомендації посідають важливе місце в теорії транспортної логістики [2, 3]. Поряд із цим процеси організації транспортування вантажів в сільському господарстві з мінімальним негативним впливом на довкілля потребують подальшого ґрунтовного дослідження.

Метою досліджень є аналіз сучасного стану транспортної логістики аграрних підприємств та розробка пропозицій по впровадженню заходів організації транспортної логістики в сільському господарстві на умовах зменшення негативного впливу на довкілля.

Результати досліджень. В Україні аграрна логістика почала активно розвиватися недавно, але бізнес вже в повній мірі оцінив роль і високу ефективність логістики. За деякими даними втрати продукції АПК зменшуються через недостатньо розвинуту, нескоординовану,

неусвідомлену (неінтегровану) логістику у процесі виробництва. Таким чином, неефективна логістика складає до втрат третини річного обсягу продукції даного комплексу [3, 4].

Особливо нагальними є інтегровані логістичні підходи щодо продовольчого комплексу, де спостерігаються великі обсяги зберігання сільськогосподарської сировини та готової харчової продукції, отже величезні її запаси, які за невідповідних умов та тривалих термінах зберігання швидко псуються (на відміну від непродовольчих товарів, яким загрожує лише «моральне» застаріння).

Завдання зменшення сукупних витрат на одиницю кінцевого продукту означає в логістичному сенсі, що в системі логістики АПК слід окремо виділяти, наприклад, систему логістики продовольчого комплексу, куди входять галузі сільського господарства і переробки, які поставляють населенню продукти харчування, а також підприємства, які постачають засоби виробництва для перших, займаються заготівлею та транспортуванням продовольчих товарів [4].

1. Отже, до завдань логістичної інфраструктури АПК відносять наступні: 1. Вивільнення сільськогосподарських підприємств (в розумних межах) від виконання логістичних операцій з постачання, транспортування, зберігання продукції та ін.

2. 2. Забезпечення умов для збільшення обсягів виробництва, поліпшення якості та збереження сільськогосподарської продукції.

3. 3. Підвищення економічної ефективності агропромислового виробництва шляхом зменшення логістичних витрат.

4. Формування логістичної інфраструктури АПК залежить від багатьох чинників: ґрунтово-кліматичних, рельєфу, клімату, конфігурацій земельної території, стану та густоти шляхів, місцезнаходження господарств, особливостей технологій, розміщення виробничих об'єктів, рівня спеціалізації і концентрації тощо.

Основним показником економічної ефективності логістичної інфраструктури є окупність витрат на створення та функціонування відповідних об'єктів, служб і підрозділів. Основними шляхами підвищення ефективності використання автотранспорту в АПК є: а) підвищення коефіцієнтів технічної готовності та використання автомобілів, їх вантажопідйомності та пробігу; б) запровадження двозмінної роботи; в) використання причепів (автопоїздів); г) поліпшення стану доріг; д) механізація та скорочення термінів вантажно-розвантажувальних робіт; е) поліпшення конструктивних якостей автомобілів, зокрема підвищення надійності, вантажопідйомності тощо.

Оскільки транспорт є, як відомо, однією з найбільш екологічно шкідливих галузей, нагального значення набуває забезпечення природоохоронного характеру як транспортної складової, так і самої інтегрованої логістики АПК. Необхідність відпрацювання чіткого

взаємозв'язку в системі «людина-машина-рослина, тварина» визначається тією обставиною, що найдрібніший прорахунок у будь-якому її ланці може призвести до значних економічних втрат. Тим більше, що екологічні наслідки проявляються не завжди одразу (іноді – через десятки років) і часто стають незворотними. За даними досліджень, кожна «зекономлена» сьогодні на екології гривня за рік приносить біля 4 гривень збитків. На жаль, до останнього часу при оцінці кінцевих результатів більшості видів виробництв АПК екологічні аспекти залишалися поза полем зору.

Висновок. Високий рівень транспортно-логістичної діяльності в АПК забезпечить зменшення екологічних проблем зі сторони збільшення рівня насиченості сільського господарства технічними засобами за рахунок використання меншої кількості транспортних засобів, але при цьому обсяги перевезених вантажів залишаться незмінними та покращиться координація транспортних логістичних ланцюгів у секторі автотранспортних і змішаних перевезень продукції АПК.

#### Список використаних джерел

1. Нечипоренко К. В. Проблеми розвитку транспортної логістики сільськогосподарських товаровиробників. Економічні науки. Серія «Облік і фінанси». Збірник наукових праць. Луцький національний технічний університет. Випуск 10(37). Ч. 4. Редкол.: відп. ред. д.е.н., професор Герасимчук З.В. Луцьк. 2013. С. 40-46.

2. Маргіта Н. О. Сучасні тенденції впровадження «зеленої» логістики. Маркетинг і менеджмент інновацій. 2014. №1. С. 279-284.

3. Смирнов І. Г. Транспортна логістика. Київ. Центр учбової літератури, 2008. 224с.

4. Величко О. П. Логістика в системі менеджменту підприємств аграрного сектору економіки: монографія. Дніпропетровськ: Акцент ПП, 2015. 525 с.

УДК 629.07: 656.1.5

## **ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ АВТОПЕРЕВІЗНИКІВ ТА ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ЇХ ЗАХИСТУ**

*Бондарев С. І.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Постановка проблеми. Відомо, що ринок автомобільних перевезень як в Україні, так і за її межами є досить динамічним, а також на ньому жорстка

конкуренція швидко відсторонює неефективних перевізників. В такому ризикованому бізнесі наявні проблеми, які перешкоджають отримувати прибутки та стабільно утримувати робочі місця своїх робітників. Боротьба за споживача примушує перевізників нехтувати правилами розміщення (скріплення) вантажів у кузовах рухомого складу та наражати себе на непередбачувані ризики, що в разі втрати або пошкодження вантажів призводять значні матеріальні витрати й довготривалі процеси в судових інстанціях.

Судова практика свідчить, що максимальну вину автоперевізник несе сам при втраті, пошкодженні чи знищенні вантажу при транспортуванні, за виключенням форс мажорних обставин. Приблизно половину страхових випадків, викликаних не правильним розміщенням і кріпленням вантажів, виникає внаслідок непрофесійності управлінського та виконавчого персоналу і тому постає питання про пошук шляхів вирішення даної проблеми у напрямку забезпечення зменшення ризиків автомобільних перевізників та збереження вантажів.

Аналіз останніх досліджень. Проблеми та особливості захисту автоперевізників при організації транспортно-експедиційної діяльності підприємств були розглянуті у великій кількості публікацій вітчизняних та зарубіжних дослідників. Серед вітчизняних науковців популярні праці Є. Нагорного, А. Артеменко, Д. Іванова, О. Левченка, В. Наумова. Серед зарубіжних же праць значний інтерес становлять роботи авторства Д. Койла, Д. Купера, К. Вінстона, Л. Елрама. Науковцями розглянуто передумови роботи автоперевізників з точки зору їх правового захисту у транспортно-експедиційній діяльності, умови розвитку таких підприємств та шляхи їх трансформації до сучасного стану при підтримці правового захисту.

Мета роботи: обґрунтування необхідності запровадження Протоколу огляду розміщення, кріплення і режимів роботи автомобільного транспорту шляхом прийняття законодавчого акту.

Базові положення дослідження. Під час перевірки вантажів, навіть контролюючі органи реєструють факт фіксації та жорсткість ременів кріплення, але питання щодо кількості ременів, схем розміщення вантажів, його комплектація тощо, можуть не знати чи просто нехтувати і, в тому числі, самі вантажовласники, посилаючись на досвідченість та компетентність і відповідальність автоперевізників.

Навіть не дивлячись на той факт, що Конвенцією КДПВ передбачено положення щодо необхідності водія перевірити правильність розміщення вантажів у кузові рухомого складу, перевізники не у повній мірі приділяють цьому пильну відповідну увагу.

Однак відповідальні вантажовласників до питань розміщення вантажів відносяться дуже особливо внаслідок значних втрат від пошкодження, наслідком чого є тривалий процес відшкодування або навіть повного часткового знищення вантажів, зазвичай, не завжди покривають

плановий майбутній прибуток вантажовласника за умовами його відповідальності згідно договору постачання (особливо, якщо договір спитається на умови Incoterms при мультимодальних перевезеннях).

Застосовані методи та результати. Практика використання карт щодо розміщення вантажу у кузовах рухомого складу не часто доходять до рук безпосереднього перевізника, тобто вантаження рухомого складу відбувається без попереднього погодження з самим перевізником [1].

Результатом викладеного матеріалу можна вважати, що перевізник невмотивований, ризикований або не має можливості вплинути на процедуру вантажних робіт і розміщення вантажів у своєму рухомому складі, щоб раптом не «відлякати» потенційного замовника і не втратити прибуток. Однак, у страхових випадках, перевізнику буде важко доказати свою невинність і, при цьому, посилатись на порушення розміщення вантажів згідно Правил їх перевезень.

Отже є певна колізія, що бере свій початок із моменту підписання договору перевезення, де перевізника зобов'язано наполягти на внесенні пункту про виконання обов'язкового контролю перевізником правил вантажних операцій згідно наданій карті розміщення чи кріплення вантажу, а також до завантаження рухомого складу передати автоперевізнику необхідну карту [1, 2]. У такому випадку автоперевізник матиме непереборні докази своєї правоти в судових інстанціях.

Ситуаціям, які виникли, міг би допомогти відповідний протокол огляду і кріплення вантажів у кузові рухомого складу. Нажаль в Україні рішення цього питання знаходиться лише в перспективі.

Як відомо, правила міжнародних і національних перевезень затверджуються вищими органами влади та самими транспортними компаніями. Але, нажаль, не всі перевізники впроваджують внутрішні регламенти правил розміщення і кріплення вантажів в кузові транспортних засобів.

Ми акцентуємо увагу, що запровадження внутрішнього регламенту з правил перевезень вантажів не лише з дозволить покращити статистику збереженості вантажів при їх транспортуванні, але й заощадить кошти перевізника і, що саме головне, час на виконання продуктивних робіт та позитивних відгуків споживачів [3]. Отже, під час прийняття заявки на транспортування вантажів і проведення переговорів з замовником, перевізник має донести до нього, що вантажні роботи мають виконуватись в обов'язковому порядку при безпосередній присутності водія (експедитора) і кріплення вантажів (якщо того потребує технологія перевезень і внутрішні правила) мають бути прийняті клієнтом. Таким чином, перевізник унеможливить пошкодження чи знищення вантажів з причин неправленого їх розміщення чи кріплення. І, як наслідок, позбавить себе від невинуваних і «раптових проблем» з цього приводу.



Висновки. Ситуація може докорінно змінитися на краще за умови, якщо ЄС нарешті завершить розробку та затвердить правила використання потрібного протоколу й законодавчо запровадить зміни до правил перевезення вантажів та зробить обов'язковим елементом як внутрішніх, так і міжнародних вантажних перевезень.

Зміни в Євросоюзі щодо цього питання автоматично потягнуть і зміни в Україні й інших третіх країнах.

Щодо якісного перевезення вантажу, що має особливі умови перевезення, наприклад, швидкопсувний вантаж, можна вирішити за допомогою дотримання вимог конвенції КДПВ й національного законодавства при прийнятті вантажів до перевезень, а саме внесення додаткових положень в товарно-транспортній накладній:

- Вантаж перевантажено не з холодильника, а, наприклад, з транспортного засобу, що не відповідає умовам зберігання;
- Вантаж прийнято без пакування чи з порушеннями навантажувальних операцій;
- Контейнер прийнято до перевізника під пломбою відправника без перерахування вантажних місць тощо.

Ці свідчення зможуть надати перевізнику непереборні докази невинуватості у псуванні або пошкодженні вантажу.

Одною із складових швидкого вирішення зазначених проблем, які виникли внаслідок порушення режимів роботи транспортування, розміщення й кріплення вантажу, його втрату є розробка і запровадження Протоколу огляду розміщення, кріплення і режимів роботи автотранспорту. Запровадження і затвердження вказаного Протоколу забезпечить впевненість як перевізника, так і замовника перевезень та притягне до відповідальності страхові організації, які будуть без ризиків працювати в межах Протоколу, а це є основною потребою цивілізованого господарювання в транспортній логістиці.

#### Список використаних джерел

1. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо відповідальності перевізників, які здійснюють міжнародні пасажирські перевезення. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2920-14#Text>.

2. Цивільний кодекс України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/435-15#Text>.

3. Про затвердження Правил перевезень вантажів автомобільним транспортом в Україні. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0128-98#Text>.

4. Закон України Про внесення зміни до розділу XIII "Прикінцеві та перехідні положення" Закону України "Про виконавче провадження"// URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2129-20?fbclid=IwAR3orygjCdbn39nrwn4gSq88YYClcTa-1cKSkNrKx7l2BtORsWeF3bGweHQ#Text>

УДК 656.073: 658.788.5

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ЛОГІСТИЧНОГО ЛАНЦЮГА ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ ВАНТАЖІВ ПРОДОВОЛЬЧОЇ ГРУПИ ВАНТАЖІВ**

*Бондарев С. І.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Постановка проблеми. Перевезення швидкопсувних вантажів потребує збалансованих і раціональних витрат, оскільки є необхідність зберігання продукції за визначених температурних умов і обмежень строків реалізації та як наслідок - вчасного транспортування останньої до споживачів. Тому потреба мати власний розподільчий склад для зберігання значних обсягів вантажів в доступному і оптимально розміщеному місці є актуальним і важливим.

Аналіз останніх досліджень. Питанням управління логістичними процесами на підприємстві в інформаційному просторі України присвячено досить багато робіт, які носять загальнотеоретичний і вузько спеціальний характер. Разом з тим, незважаючи на підвищений інтерес до теорії логістики з боку вчених: Д. Бауерокса, О. Буктрина, Є. Крикавського, Ю. Пономарьова та інших, практичній реалізації логістичного потенціалу, і його ролі в економічному потенціалі підприємства потребує дослідження.

Метою роботи є удосконалення логістичного ланцюга доставки продуктів харчування в умовах роботи торгових підприємств з великим обсягом перевезень вантажів розвізного характеру.

Результати досліджень. У логістичних ланцюгах великі переваги для швидкого реагування для поновлення продукцією підприємств без гарантійного запасу є розподільчі склади, зміст яких полягає у незалежності підприємства від обставин доставки продукції постачальником у магазини торгової мережі; можливості контролю асортименту в усіх пунктах його реалізації; зменшення ризику недостачі запасів при прогнозованому попиті; полегшення процедури контролю наявності продукції та планування обсягів замовлень [1, 2]. Однак висока вартість утримання такого складу зумовлює потребу у максимальній оптимізації роботи його транспортного підрозділу. Саме тому суть магістерської роботи полягає в аналізі існуючої системи розміщення товарів групи швидкопсувних вантажів та розробки рекомендацій з оптимізації роботи автотранспорту і зменшення витрат на зберігання вантажів у складських приміщень.

Проведеними дослідження виконаний аналіз організації роботи транспортного підрозділу з перевезень швидкопсувних вантажів ТОВ «Ашан Україна Гіпермаркет». Встановлено, що Київ і Київська область є

найбільш бажаним районом для створення розподільчого складу для швидкопсувної продукції. Оскільки на даний момент тут функціонує 8 пунктів реалізації із 13 по Україні. Обґрунтовані заходи з удосконалення доставки вантажів за рахунок використання логістичних методів виконання раціональних транспортних процесів та оптимізацією управління запасами протягом встановленого періоду реалізації продукції – застосуванням розподільчого складу [2, 3].

Не зважаючи на високу вартість утримання розподільчого складу ТОВ «Ашан Україна Гіпермаркет» має потребу у його використанні. А раціональний вибір місця територіального розташування та обґрунтування рухомого складу можуть надати компанії додаткові ресурси, що будуть заощаджені і зможуть використовуватись для розвитку.

Так підприємство матиме змогу зменшити терміни доставки продукції по Києву і його передмість і цим збільшити терміни реалізації швидкопсувної продукції.

У роботі не виконані експериментальні дослідження щодо збільшення обсягів продаж швидкопсувних вантажів за рахунок своєчасної доставки в пункти продажу (супермаркети), а також не має даних про кількість зіпсованого товару внаслідок закінчення його терміну зберігання. Тобто, мається на увазі, що завдяки короткому плечу поставок товарів, обсяги надходжень можуть бути скоректовані по кожній позиції товару в обсязі потрібному для реалізації товарів у максимально повному обсязі. Тому більша кількість товарів буде продано в гарантійні термін їх придатності. Тому очікуваний економічна оцінка матиме дещо більші показники економії коштів.

Висновки. Проведено аналіз актуальних напрямків досліджень і окреслено етапи розробки шляхів з удосконалення транспортних процесів при перевезенні вантажів із застосуванням сучасних методів удосконалення підприємницької логістики при транспортуванні швидкопсувних вантажів. Удосконалено логістичний ланцюг для транспортування продуктів харчування до пунктів їх реалізації, результатом якого є скорочення плеча доставки товарів і раціоналізація маршрутів руху транспортних засобів. З аналізу і відповідних розрахунків доведено, що розроблений логістичний ланцюг найбільш ефективно буде працювати за рахунок організації розподільчого складу для супермаркетів в м. Києві.

Список використаних джерел

1. Мягких І. М. Роль і місце автомобільного транспорту в системі споживчої кооперації та напрями покращення транспортних послуг в Україні. Актуальні проблеми економіки. 2009. № 7. С. 71–75.
2. Алькема В. Г. Маршрутизація доставки вантажів автомобільним транспортом. Збірник наукових праць НТУ. 2011. С. 108-113.

3. Дмитриченко М. Ф. Основи теорії транспортних процесів і систем: навчальний посібник для студентів вузів напряму «Транспортні технології». Київ. Слово, 2009. 336 с.

УДК 631.563

## **УДОКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ХЛІБА ТА ХЛІБОБУЛОЧНИХ**

*Бондарев С. І.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Постановка проблеми. Вартість транспортної складової у сукупному процесі постачання, виробництва і розподілення продукції складає в США третину кінцевої ціни продукції.

Витрати на транспортування зростають ще більше при доставці споживачам швидкопсувних вантажів, до яких відносяться хлібопродукти.

Правильні умови перевезення вантажів цієї групи гарантують збереження споживчих властивостей продукту, які визначають придатність задовольняти певні потреби відповідно з його призначенням [1, 4].

Якісні продукти в усіх країнах розглядаються як умови здорової нації і тому являються однією з головних турбот уряду будь-якої країни.

В теперішній час партійні перевезення хлібопродуктів споживачам здійснюються таким чином: на заводі автомобіль завантажують виробами для всіх вантажоодержувачів згідно їхніх замовлень. Потім на розвізному маршруті кожному вантажоодержувачу ввозять, вивантажують і переносять на склад певну кількість хлібобулочних виробів згідно зробленого ними раніше замовлення [2].

Така організація пов'язана зі значними витратами часу на комплектацію партій за місцем доставки і перерахунок продуктів за кількістю і номенклатурою.

Аналіз останніх досліджень. Питаннями вдосконалення організації дрібнопартійних перевезень займалися і займаються українські та зарубіжні вчені, такі як: С.Р. Лейдерман, А.І. Воркут, Б.Л. Геронімус, В.А. Гудков, А.В. Вельможин, Л.Б. Міротін, В.А. Житков, Є.В. Нагорний, М.А. Нефедов, В.М. Нефьодов, О.М. Шептура, М. Крістофідес, З. Ейлон, Т. Гаськель, К.В. Ким, Дж. Літл та інші.

Мета досліджень. аналіз теоретичних основ концептуально-системного управління на автотранспорті, та удосконалення перевезень

партіонних вантажів, які базуються на комплексній теорії автотранспортних технологій та процесів перевезень.

Результати дослідження. Після комплектації партії продуктів в тарі здійснюється її пакування плівкою. Кожному пакету присвоюється номер, який відповідає порядковому номеру вантажоодержувача, розташованого на розвізному маршруті.

При переході на пакетні перевезення хліба і хлібобулочних виробів зменшується трудомісткість вантажно-розвантажувальних робіт, скорочуються втрати продуктів, забезпечуються збереження товарного вигляду продуктів, скорочується час простою рухомого складу під навантаженням і розвантаженням, простою в чергах при очікуванні виконання вантажно-розвантажувальних робіт, зменшується площа складських приміщень, відпадає необхідність в облаштуванні навісів на майданчику розвантаження продукції тощо [3].

Річний економічний ефект  $E_p$  від переходу на пакетні перевезення хлібобулочних виробів визначаємо за формулою:

$$E_p = [(E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5 + E_6) - (B_1 + B_2 + B_3 + B_4 + B_5)] \quad (1)$$

де  $E_1$  – ефект від скорочення робітників, зайнятих вантажно-розвантажувальними роботами, грн.;

$E_2$  – ефект від скорочення втрат хлібобулочної продукції, грн.;

$E_3$  – ефект від підвищення навантаження на одиницю складської площі і скорочення потреби в ній при однакових обсягах продукції, грн. (Ефект обумовлений збільшенням висоти штабелювання пакетованих вантажів).

$E_4$  – ефект від збереження товарного вигляду продукції, грн.;

$E_5$  – ефект від скорочення часу простою транспортних засобів при виконанні вантажно-розвантажувальних робіт, грн.;

$E_6$  – ефект від скорочення часу простою транспортних засобів в черзі при очікуванні вантажно-розвантажувальних робіт, грн.;

$B_1$  – витрати на розроблення проекту пакування продукції, грн.;

$B_2$  – витрати на придбання піддонів, грн.;

$B_3$  – витрати на придбання плівки для скріплення вантажів сформованих у піддоні, грн.;

$B_4$  – витрати на придбання засобів механізації вантажно-розвантажувальних робіт і обладнання для формування і скріплення вантажів плівкою, грн.;

$B_5$  – поточні витрати на експлуатацію засобів механізації вантажно-розвантажувальних робіт і обладнання для скріплення вантажів плівкою, грн.

Встановлено, що річний економічний ефект від переходу на технологію транспортного процесу з пакуванням вантажів при перевезенні хлібобулочних виробів у Дніпровському районі м. Києва складає 124 163 грн.

Висновки. 1. Розроблена технологія перевезення хліба і хлібобулочних виробів на розвізних маршрутах від хлібозаводу №11 до споживачів продукції з пакетуванням продукції.

2. Розроблена методика оцінки економічної ефективності переходу на перевезення з пакетуванням вантажів.

3. Річний економічний ефект від впровадження технології перевезення хлібобулочних виробів з пакетуванням партії вантажів складає 27% рентабельності.

#### Список використаних джерел

1. Нефьодов В. М. Підвищення ефективності автомобільних перевезень партійних вантажів з використанням розподільчих центрів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.22.01 «Транспортні системи». Харків, 2007. 20 с.

2. Нагорний Є. В. Оцінка ефективності прискореної переробки тарно-штучних вантажів на терміналі. Східноєвропейський журнал технологій. 2008. Вип. ½ (31). С. 51–53.

3. Пономарьова Н. В. Прогнозування вантажопотоків на наземних видах транспорту у міжнародному сполученні : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.22.01 «Транспортні системи». Харків : ХНАДУ, 2007. 20 с.

УДК 629.083:629.341

## **ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНИХ ПРОЦЕСІВ ПАСАЖИРСЬКИХ АВТОПЕРЕВЕЗЕНЬ**

*Бондарев С. І.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Постановка проблеми. Дослідження транспортних процесів тісно пов'язані з економічними й експлуатаційними показниками роботи автомобільного транспорту. Відомо, що неправильно виконана організація роботи автотранспорту враховуючи тип, розмірність, режими роботи рухомого складу, кількісний склад, кваліфікація та межі відповідальності персоналу разом з іншими організаційними заходами призводить до не виправданих витрат [1]. Загалом, це призводить до зменшення привабливості бізнесу його власнику, а також зменшенню мотивації для персоналу. Тому дослідження, які пов'язані з підвищенням ефективності роботи автотранспорту за рахунок скорочення витрат є доцільним і актуальним.

Аналіз останніх досліджень. Досліджуючи проблеми оптимізації транспортних процесів перевезень пасажирів, вчені припускають, що міський транспорт має знаходитись в системі муніципальної власності, додавши при цьому, що майно організацій і підприємств міського транспорту буде використовуватися ними на праві повного господарського володіння. Питанням регулювання роботою МПТ можна присвятити вченим, як: О. Антоненко, К. Гнедіна, О.Костецький, І.Лисенко та іншим. Визначивши, що частина питань даної проблеми, які залишаються невирішеними мають бути в подальшому розглянуті і в подальше вирішені.

Мета роботи: вирішення багатокритеріальної задачі, що полягає у забезпеченні адекватного прогнозування постійних та змінних витрат при виконанні пасажирських автоперевезень на громадському автотранспорті загального користування.

Базові положення дослідження. Сучасний технологічний світ пропонує цілу низку рішень для оптимізації бізнесу транспортних послуг. Однак вони зазвичай є коштовні і тому неприйнятні для більшості малих і середніх транспортних організацій, які і складають більшість серед низки підприємств, що надають пасажирські автотранспортні послуги.

Стратегія побудови бізнесу передбачає виявлення та облік факторів, які сприятимуть (або категорично заважатимуть!) одержанню прибутку від бізнес-діяльності. До категорії найважливіших обставин, що безпосередньо впливають на успіх автопідприємств, належать такі як: конкурентоспроможність; витрати, пов'язані з експлуатацією транспорту; варіанти оформлення бізнесу у державних податкових органах та розмір податкових платежів тощо.

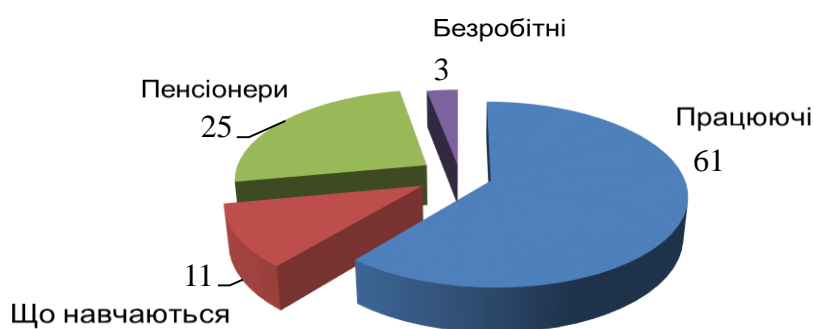


Рис. 1. Соціальна структура транспортної рухливості громадським автотранспортом в містах і передмістях (соціологічне опитування).

Враховуючи вимоги сьогодення щодо допуску на ринок транспортних послуг ПГЗК, вимоги замовника послуг стають більш жорсткими. З метою удосконалення пасажирських перевезень в м. Києві розпочато відкриття

конкурсів на низку прибуткових маршрутів з більш жорсткими вимогами, а саме автобуси з пасажиромісткістю від 60 місць, обладнані датчиками підрахунку пасажиропотоку не менше чотирьох відеокамер відеоспостереження з високою чіткістю зображення, екологічний стандарт від Євро 5 та ін. [3].

Отже, автоперевізникам необхідно не лише відповідати зазначеним вимогам конкурсів, але й мати технічні та методичні засоби для опрацювання статистичної інформації пасажиропотоку.

Основна частина переміщень громадян пов'язана з професійно-діловою діяльністю [2]. В залежності від зайнятості населення на певних територіальних утвореннях (міста, передмістя, селища, громади тощо) частка професійно-ділової транспортної активності може відрізнятись суттєво. За результатами опитувань населення (потенційні пасажирів громадського автотранспорту [1]) професійно-ділова транспортна активність знаходиться в межах 57-77% (рис. 1).

Така частка пасажирів, що користуються громадським автотранспортом нажалі обумовлена необхідністю, викликаною незначними доходами громадян, які користуються ним вимушено.

У структурі користування різними видами транспорту в межах територіальних об'єднань постає закономірність[2], представлена на рис. 2

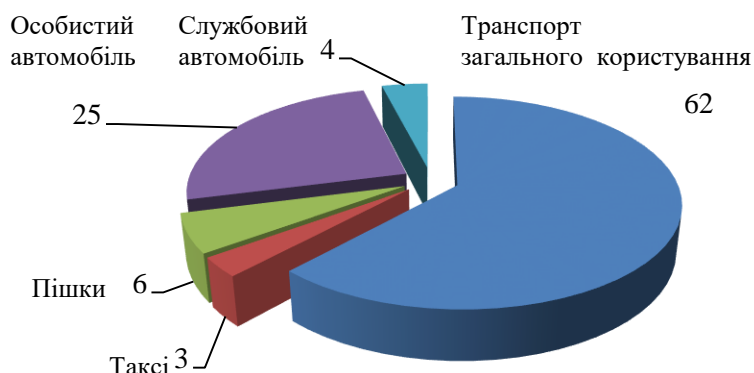


Рис. 2. Відсотковий розподіл по користуванню населенням різними видами транспорту за професійно-діловими потребами.

Як видно на графіку, особистими автомобілями користуються в середньому 25% громадян, а послугами таксі 3%. За результатами опитування цих категорій громадян понад 60% з них готові користуватись громадським автотранспортом, але за умови якісного надання даної послуги. Таким чином, кількість потенційних пасажирів може збільшитись з існуючих 62 до 78-80 %. Тобто, в підсумку, пасажиропотік може збільшитись на 16-18%, що є суттєвим показником для перевізників з точки зору мотивації для поліпшення якості надання послуг.



В червні і жовтні 2021 року нами були проведені власні дослідження – анкетування пасажирів в м. Києві щодо визначення якісних показників роботи громадського автотранспорту загального користування з точки зору користувачів. В результаті проведеного опитування встановлені наступні якісні показники з рівнем вагомості (рис. 3).

Найбільш важливими з якісних показників виявились точний графік руху і оптимальне наповнення салону, що і було передбачуване, але показник «тариф» виявився на останньому місці. А це свідчить про те, що пасажери свідомо готові платити за якісні послуги.

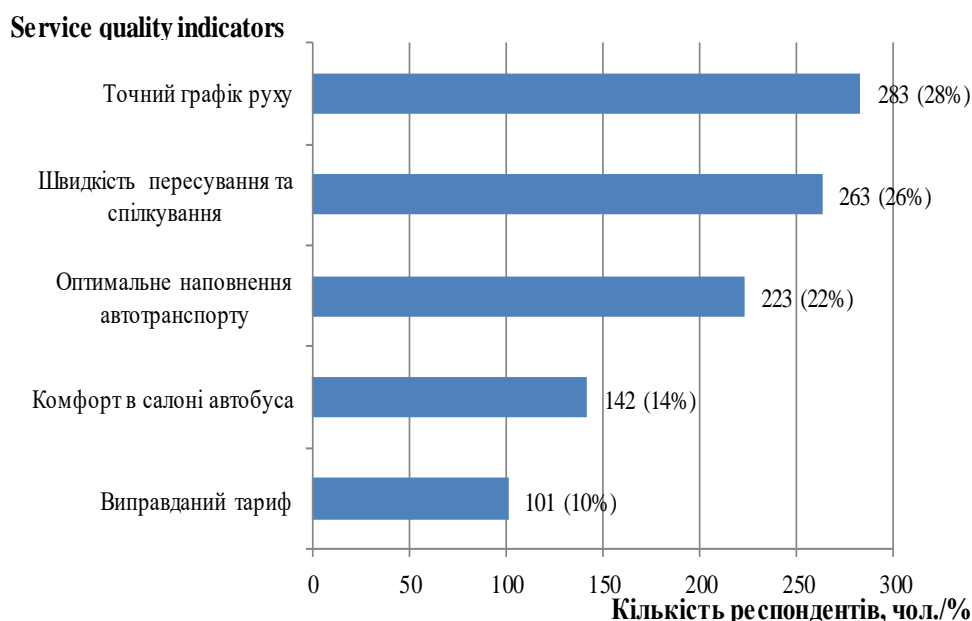


Рис. 3. Результати опитувань пасажирів щодо якісних показників роботи громадського автотранспорту.



Рис. 4. Схема взаємозв'язків між операціями процесу моніторингу і надання послуг за критеріями якості

Отже, маємо статистику щодо безперечної мотивації для перевізників підвищувати якість послуг, яка в результаті забезпечить додаткову виручку в межах 16-18%.

Замовники пасажирських автоперевезень загального користування (органи самоврядування) часто встановлюють інтервали руху транспортних засобів (ТЗ) на маршрутах в незначному діапазоні часу (переважно 5-10 хв на міських, 15-20 на приміських). Такий підхід не є раціональним чи обґрунтованим. Тому, підприємцям перевізникам треба переконувати Замовників на фактах (статистичних даних) в прийнятті раціональних інтервалів руху в залежності від часу доби, робочих чи вихідних днів, сезонів року тощо.

На даний час така технічна можливість існує, але однозначної моделі для транспортних мереж різних територіальних утворень не існує і маємо розробляти індивідуальні проекти для конкретних мереж, напрямків руху, маршрутів, що потребує залучення спеціалістів ззовні. Автором пропонується методичний підхід до вирішення даної задачі. Розглянемо схему (рис. 4).

Узагальнений проект полягає у тому, що рухомий склад має бути обладнаним точною системою для підрахунку пасажиропотоку в режимі онлайн та GPS трекерами. Обробка інформації про зміну пасажиропотоку має відбуватись на власному сервері. Змодельована система під конкретні умови – комплексна система управління РС. Останнім елементом має бути операційний відділ з контролю якості – відповідність кількісного РС й інтервалів руху до пасажиропотоку, моніторинг відгуків споживачів, звітування Замовнику транспортних послуг.

Висновки: Впровадження запропонованого методу дозволить не лише покращити якість надання послуг і збільшити прибутки автоперевізників, але з часом налагодити чіткий виробничий бізнес-процес, а саме: оптимізувати кількісний склад кваліфікованого персоналу; зменшити загальні витрати на надання послуги; удосконалити графік роботи водійських бригад згідно вимог законодавства; оновити рухомий склад за рахунок збільшення прибутків внаслідок зростання пасажиропотоку та зменшення змінних і постійних витрат; забезпечити екологічність проекту (зменшення викидів продуктів згоряння) внаслідок оптимізації інтервалів руху та обґрунтованої пасажиромісткості рухомого складу; зменшення завантаження трас маршрутів та інтенсивності руху на них.

#### Список використаних джерел

1. Бондарев С. І. Якість менеджменту управління трудовими ресурсами на автопідприємствах. Автомобільний транспорт та інфраструктура : III Міжнародна наук.-практ. гонф., 23-25 квіт. 2020 р. : тези допов. Київ. 2020. С. 29-32.

2. Звіт про науково–дослідну роботу «Методика складання, корегування та моніторингу виконання розкладу руху на маршрутах громадського транспорту» (проміжний). Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова. № ДР 2638/13. Харків. 2015. 43с.

3. Київ оголосив новий конкурс на перевезення пасажирів: підвищуємо вимоги, запрошуємо перевізників з усієї України – Костянтин Усов. 2021. Rezhim dostupu do resursu: [https://kyivcity.gov.ua/news/kiv\\_ogolosiv\\_noviy\\_konkurs\\_na\\_perevezennya\\_pa\\_sazhiriv\\_pidvischuyemo\\_vimogi\\_zaproshuyemo\\_pereviznikiv\\_z\\_usiye\\_ukrani\\_kostyantyn\\_usov/](https://kyivcity.gov.ua/news/kiv_ogolosiv_noviy_konkurs_na_perevezennya_pa_sazhiriv_pidvischuyemo_vimogi_zaproshuyemo_pereviznikiv_z_usiye_ukrani_kostyantyn_usov/).

УДК 656.078.1

## **LOGISTICS SYSTEM FOR THE SUPPLY OF PERISHABLE FOOD PRODUCTS**

*Zagurskiy O. M.*

*National University of Life and Environmental Science of Ukraine*

The problem of food losses at all stages of the transport and logistics chain is inherent in most economies of the world and needs to be addressed both at the national level to increase the efficiency of the agricultural sector of the economy and the well-being of the country's population and at the international level to solve complex problems related to global food security and prevent hunger. Considering the methods, and techniques for managing the supply chains of perishable food products, it should be noted that scientists and practitioners distinguish three main areas of their implementation: cold chain technology "Cold Chain" – V. Lakshmi, S. Vijayakumar [1]; G. Prakash, R. Pravin, B. Venkatalakshmi [2]; IoT technology – C. Shih, C. Wang [3]; O. Zagurskiy [4,5]; X. Zou [6]; K. Gupta, N. Rakesh [7]; and optimal route technology – R. Jans, P. Munari and R. Morabito [8].

The use of any of the technologies described above has both advantages and disadvantages in the supply chains of perishable food products and it is very important to understand that there is no single "ready" solution, due to the fact that the composition of the product, route, climatic conditions, method of logistics support and efficiency of the transport process vary different for different products in different countries of the world.

The purpose of the article is to develop a theoretical model of a constantly controlled temperature-time logistics system, which promotes greater efficiency in preserving the quality of perishable food products throughout the entire supply

chain. In most cases, modern management of perishable food supply chains involves temperature control and regulation, which focuses on simply tracking the temperature of the product in the logistics chain, rather than processing several channels and managing each of them separately. Solution above identified deficiencies can contribute to systems that are based on the architecture of the "Internet of Things" (IoT) and the International Standard for Food Safety and Qualityx Products (ISO 22000).

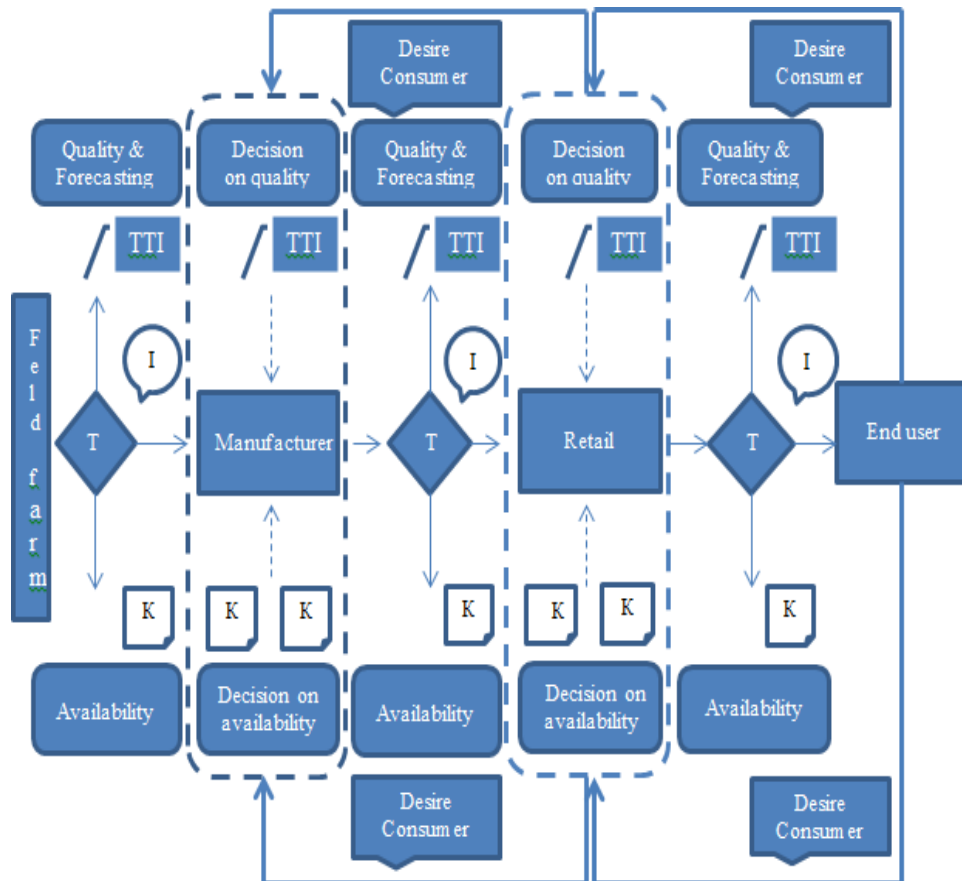


Fig. 1. Applying model a single constantly controlled temperature-time logistics system: T – vehicles; I – information about the state of the product in transit; K – quality control; TTI – is a temperature-time indicator.

- information between supply chain participants;
- - - → information that affects quality control decisions;
- · · → information that affects the decision to transfer products from frozen to refrigerated storage or vice versa.

Control diagrams are created for each point of the process based on the results of constant and careful monitoring of the temperature of perishable food products, which makes it possible to transfer some products from frozen storage to chilled to overcome the disadvantages associated with last (high-energy consumption, deterioration of taste, limited number of sales). And how much there is a direct change in quality depends on changes in temperature conditions,

it is important not only to monitor the temperature regime, but also to monitor changes in product quality over time. Therefore, in order to be more efficient in preserving the quality of perishable food products throughout the supply chain, it is proposed to create a single constantly controlled temperature-time logistics system (CCTTLS). In CCTTLS, you can proactively monitor the flow of goods and create better supply chain patterns that will help maintain quality, increase product availability, and reduce waste. With this structure, the CCTTLS model will have two starting points (Fig. 1).

On the one hand, the supply chain of perishable food products, starting from the field (farm) on which there is a product with a set of certain characteristics (quality characteristics, shelf life, volume and location), information about which goes directly to all participants in the supply chain. In theory, it is described as the registration and exchange of information (I), passing from the field to the consumer through the manufacturer, seller and transport company (T). On the other hand, the end user sharing with the seller his desires regarding the quality characteristics of the product, which are theoretically determined by the preferences of the consumer that form the main attributes of the product. Consumer requirements are transmitted from link to link in the supply chain. Therefore, all its participants have information about the characteristics of the product and customer requirements. The exchange of information obtained from the temperature-time indicator (TTI) in our proposed model is carried out in two directions: 1) between the participants in the supply chain (thick arrows). This information influences the decision on quality control of the goods (condition for a specific period of time) and decisions on general logistics (temperature conditions of storage of goods, required volumes and places of delivery); 2) the participants of the supply chain themselves (thin arrows). This information influences decisions on quality control (solid lines) and local or dynamic logistics (dashed lines) – schedules and delivery times, transfer of products from frozen storage to chilled or vice versa, which can be carried out at each stage of the CCTTLS perishable food products.

Finally, each participant in the process of promoting a product along the supply chain changes it and releases its final product, which is also characterized by its quality and availability. Accordingly, critical quality control points (QA) should be distributed at all stages of delivery.

The logistics of the distribution of perishable food products have a lower efficiency than distribution logistics in general due to the limitations associated with perishable characteristics. A large amount of fresh food does not reach the final consumer either due to actual spoilage or due to its not ideal condition. The proposed continuously controlled temperature and time logistics system (CCTTLS) reduces these shortcomings and contributes to greater efficiency in maintaining the quality of perishable food products throughout the supply chain.

#### References

1. Lakshmil V.R., Vijayakumar S. Wireless Sensor Network based Alert

System for Cold Chain Management, Procedia Engineering, 2012, 38, 537-543.

2. Prakash G., Pravin Renold A., Venkatalakshmi B. RFID based Mobile Cold Chain Management System for Warehousing, Procedia Engineering, 2012, 38, 964-969.

3. Shih C.W., Wang C.H. Integrating wireless sensor networks with statistical quality control to develop a cold chain system in food industries Computer Standards & Interfaces, 2016, 45, 62-78.

4. Zagurskiy O., Titova L. Problems and Prospects of Blockchain Technology Usage in Supply Chains. Journal of Automation and Information Sciences, 2019. Volume 11. 63-74. URL. <http://www.dl.begellhouse.com/ru/journals/2b6239406278e43e,5c564c68149f41e1>

5. Zagurskiy O., Savchenko L., Makhmudov I., Matsiuk V. Assessment of socio-ecological efficiency of transport and logistics activity. Proceedings of 21st International Scientific Conference Engineering for Rural Development 25-27.05.2022 Jelgava, LATVIA. 543-550.

6. Zou X. Design and realization of pork anti-counterfeiting and traceability IoT system Acta Technica CSAV (Ceskoslovensk Akademie Ved), 2016, 61 (4), 281-289.

7. Gupta K., Rakesh N. IoT based solution for food adulteration Smart innovation, systems and technologies, 2018, 79, 9-18.

УДК 656:338

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ЗБИРАННІ ВРОЖАЮ В ПІКОВІ ПЕРІОДИ АГРАРНОГО ВИРОБНИЦТВА**

*Науменко О. А., Лук`яненко В. М.  
Державний біотехнологічний університет*

Транспортні процеси та витрати на транспортування вантажів у технологічних процесах агропромислового виробництва становлять понад 18 % від загальних витрат.

Особливо великі обсяги перевезень виконуються в період збиральних робіт, зокрема при збиранні зернових культур. Порівняно короткі терміни збирання (10-15 днів) та значні об'єми зерна формують великий попит у транспортних засобах та чітку узгодженість їх роботи в технологічному ланцюзі збирання [1-4]. Разом з тим продуктивність транспортних засобів, використаних при збиранні зерна, низька, у зв'язку з використанням старих схем використання транспорту.

При збиранні насіння соняшника транспорт виконує збиральну та транспортну операції одночасно, умови реалізації яких різноманітні. Так, до транспортних засобів, які виконують збиральні операції, крім максимальної вантажопідйомності пред'являються вимоги мінімального навантаження шин на родючий шар ґрунту. Також необхідна чітка узгодженість роботи з комбайном і можливість прийому насіння соняшника від комбайна на ходу.

До транспортних засобів для доставки насіння соняшника до місця зберігання, в першу чергу, пред'являються вимоги щодо вантажопідйомності, швидкості руху та мінімального часу розвантаження.

Аналіз сучасних технологічних схем роботи збирально-транспортного комплексу дозволяє робити висновок про перспективність використання у технологічному процесі транспортування насіння соняшника різних «компенсаторів», наприклад, причепа-перевантажувача. Застосування причепа-перевантажувача дозволить виключити прості комбайнів у полі, відповідно збільшить їх продуктивність та, одночасно, зменшить кількість автомобілів великої вантажопідйомності.

Питання оптимальної розробки технологічних схем збирання та транспортування насіння соняшника з урахуванням конкретних даних господарств, а також розробка методики розрахунку кількості транспортних засобів для роботи у складі групи комбайнів є актуальними і спрямовані на підвищення продуктивності та зниження витрат на транспортні процеси.

Мета дослідження – підвищення ефективності та зниження витрат на транспортування насіння соняшника шляхом застосування причепа-перевантажувача у складі збирально-транспортного комплексу.

Розроблено математичну модель транспортних процесів при збиранні насіння соняшнику, яка враховує рівність продуктивності групи зернозбиральних комбайнів, причепа-перевантажувача та групи транспортних засобів. Для дотримання рівності продуктивності всіх складових збирально-транспортний комплекс повинен матиме єдиний часовий цикл роботи.

Отримано математичні вирази для визначення продуктивності групи комбайнів, причепа-перевантажувача та групи транспортних засобів залежно від різних початкових умов. Математичні вирази дозволяють визначити необхідний об'єм причепа-перевантажувача та кількість транспортних засобів з урахуванням їхньої вантажопідйомності та дальності перевезення насіння соняшнику.

Розроблено структурну блок-схему алгоритму моделювання транспортних процесів при збиранні насіння соняшнику, яка дозволяє отримати залежності зміни продуктивності та витрат на перевезення насіння від різних вхідних параметрів.

Аналіз результатів моделювання процесу перевезення насіння соняшника від збиральних комплексів показує, що на кількість потрібних

автомобілів, у першу чергу, впливає продуктивність групи комбайнів, потім номінальна вантажопідйомність транспортних засобів і дальність перевезення вантажу. Це дозволяє прогнозувати об'єм перевезень і раціонально підбирати транспортні засоби.

Аналіз результатів моделювання витрат на транспортування зерна при використанні причепа-перевантажувача показує їх скорочення з 125 грн/т до 90 грн/т. Показано, що найбільш вигідним варіантом є застосування причепа-перевантажувача об'ємом 40 м<sup>3</sup>.

Аналіз величини витрат на перевезення зерна транспортними засобами дозволив встановити, що найбільш вагомим параметром є вантажопідйомність транспортних засобів. На друге місце за значимістю можна віднести дальність перевезення, на третьому місці врожайність і кількість працюючих комбайнів в групі та об'єм причепа-перевантажувача.

Розроблено методику розрахунку параметрів збирально-транспортного процесу при збиранні насіння соняшника. Методика дозволяє виконати прогноз об'єму насіння соняшника, який підлягає транспортуванню і розрахувати необхідну кількість транспортних засобів для забезпечення транспортного обслуговування комбайнів. Методика є основною ланкою диспетчеризації транспортного процесу при збиранні насіння соняшника. На прикладі господарств Харківської області визначено параметри транспортної технології збирання насіння соняшника із застосуванням причепа-перевантажувача. Розраховано необхідні об'єми причепів-перевантажувачів та кількість автомобілів для транспортування насіння соняшника з урахуванням їхньої вантажопідйомності та дальності перевезення. Встановлено, що застосування причепа-перевантажувача дозволяє зменшити необхідну кількість автомобілів для транспортного обслуговування та знизити витрати на транспортування, що зменшує загальні витрати по господарству.

Список використаних джерел

1. Vojtov V., Kutiya O., Berezhnaja N., Karnaukh M., Bilyaeva O. Modeling of reliability of logistic systems of urban freight transportation taking into account street congestion. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Vol. 4, no. 3 (100), pp. 15-21. 2019.

2. Войтов В. А., Кутья О. В., Бережна Н. Г. Моделювання надійності вантажних міських перевезень з урахуванням завантаженості вулиць. *Perspectives of world science and education. Abstracts of the 1st International scientific and practical conference*. CPN Publishing Group. Osaka, Japan. 2019. Pp. 296-300. URL: <http://sci-conf.com.ua>.

3. Науменко О. А., Цуканов А. І. Аналітична оцінка автотранспортних засобів північно-східного регіону. *Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 1-2 груд. 2022 р. Харків : ДБТУ, 2022. С. 49-50.*



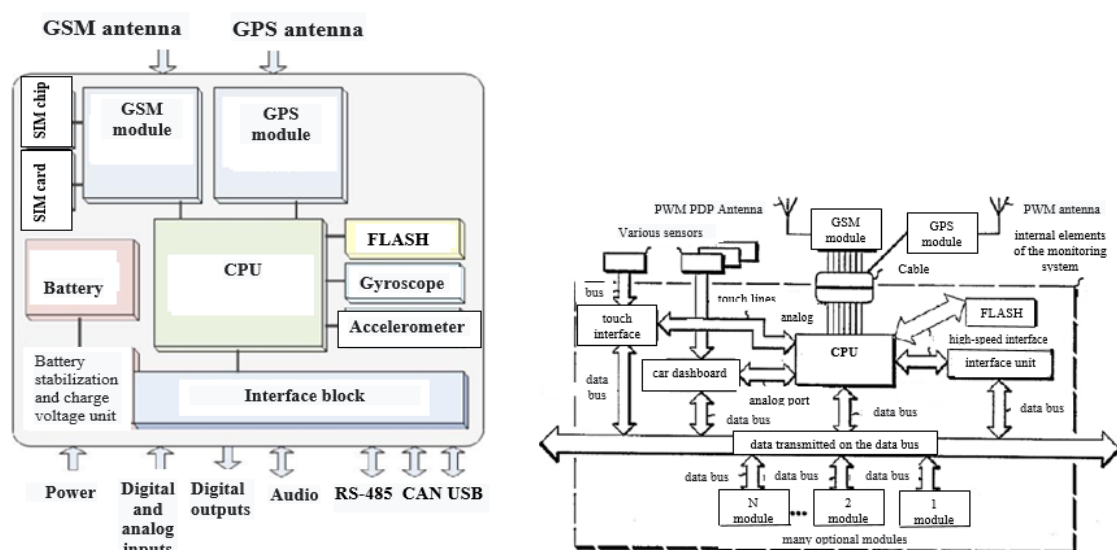
УДК 656.137.076:656.7(043.3)

## STRUCTURE DIAGRAM OF GPS TECHNOLOGY CONTROL OF TRANSPORT OPERATION OF GRAIN TRANSPORTATION FROM FIELD

Voronkov O. A.

*Separate structural unit «Vocational College of Engineering, Management and land management of National Aviation University»*

Currently, issues of the algorithmic component of such complexes are being actively investigated. Thus, it is proposed to introduce machine learning and artificial intelligence systems to detect vehicle movement. Thus, the use of information and telecommunication systems to control the passage of a vehicle provides an opportunity to reduce maintenance costs and eliminate technological downtime while waiting for grain loading.



a) AgroGrainGPS

b) vehicle monitoring systems

Fig. 1. Structural diagrams.

The most common systems in modern vehicles are "AgroGrainGPS" and vehicle monitoring systems. In Fig. 1 shows the structural diagrams of "AgroGrainGPS" and vehicle monitoring systems, let's consider each of them. The presented systems have a complex work algorithm. They send information to the data processing center, which serves the operator of each of the systems using mobile communication networks. In the structural diagrams of each of the systems, the receiving-transmitting modules of the Global System for Mobile Communications (GSM) mobile communication standards are presented. Based on statistical data about the largest radio coverage of the road network in Ukraine by GSM network, we will continue to rely on standard of mobile communication.

## Секція

# Історія аграрної освіти і науки

УДК 631.354.2

### ЗЕРНОЗБИРАЛЬНІ КОМБАЙНИ: ІСТОРІЯ СТВОРЕННЯ

*Деркач І. О., Деркач О. П.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

На початку ХІХ ст. основними засобами для збирання й обмолоту хлібних культур були ручні знаряддя: серп, коса, ціп.

Першою збиральною машиною, що відома людству, був жатний візок галлів, зображення якого дійшло до наших днів у вигляді барельєфів висічених на камені, що знайдені у Бельгії [1]. Однак скоро про цю машину забули і на декілька століть єдиними засобами для збирання зернових культур залишалися ручні знаряддя.

Зернозбиральні комбайни створювалися за двома різними принципіальними схемами: зрізування стебел з колосками та обмолот хлібної маси (американський тип зернозбирального комбайна) і відламування (згодом обчісування) колосків від стебел на корені з обмолотом колосків без зрізування стебел (австралійський тип) [2].

Розробники зернозбирального комбайна американського типу об'єднали в одну дві окремі машини: жатку, що зрізувала стебла з колосками і молотарку, яка вимолочувала й очищала зерно. Працездатні машини для зрізування хлібних культур удалось створити в першій половині ХІХ ст., коли був винайдений успішно працюючий різальний апарат, в основу робочого процесу якого був покладений принцип ножиць [3]. Це дозволило ручну працю зі скошування хлібних культур частково перекласти на жатні машини. Жатка Патрика Белля, жатка-лобогрійка та жатка-самоскидка вже не потребували виснажливої праці жниці й косаря, а жатка - снопов'язалка вирішувала проблему не тільки скошування, а й зв'язування снопів. І все ж таки збирання хлібних культур все ще залишалося трудомістким процесом і займало значний проміжок часу [1].

Винахід молотильних апаратів: бильного типу – шотландцем А. Meikle (1785 р.) та штифтового (зубового) – американцем Turner (1831р.), дозволило створити прості та складні молотарки, які вимолочували зерно з колоса, очищали його від домішок та видаляли незернову частину урожаю і приводилися в дію вручну, за допомогою живої тяглової сили, від

локомотива, трактора з двигуном внутрішнього згорання або від електродвигуна [4].

Першою спробою одночасно жати й молотити було сумісне використання двох машин: жатки та молотарки. Жатка скошувала хлібостій й транспортером подавала його до молотарки, що рухалась поруч. Кожна з цих машин могла працювати окремо, незалежно одна від одної. Згодом ці дві машини об'єднали в одну. Перший патент на збиральну машину (жатку-молотарку), що повинна була одночасно зрізувати стебла з колосками, вимолочувати зерно з колосу та очищати його від домішок у 1828 р. отримав американець S. Lane [1]. Через брак коштів машина так і не була виготовлена. У 1836 р. винахідники Н. Moore і J. Hascall (США) одержали патент на комбіновану зернозбиральну машину (комбайн). Був виготовлений єдиний зразок такого зернозбирального комбайна, який успішно працював спочатку в штаті Мічиган, а потім в – Каліфорнії США). За сезон така машина збирала урожай з площі близької до 250 га. Вважається, що саме цей комбайн став родоначальником американських (каліфорнійських) зернозбиральних комбайнів [2].

Перший причіпний кінний зернозбиральний комбайн американського типу, що працював за принципом зрізування й обмолоту хлібної маси, був створений в середині ХІХ ст. і являв собою громіздку і складну машину, яка складалася з молотарки, що спиралась на 4 колеса з приєднаною до неї жаткою. Комбайн приводився в дію й пересувався по полю 32 кіньми. Робочі органи комбайна приводилися в дію передачами від задніх коліс. До екіпажу комбайна входило декілька робітників. Один керував рухом комбайна, інший – положенням жатки, третій і четвертий – упаковкою зерна в мішки, п'ятий і шостий – видаленням соломи. А ще був робітник та його помічник, які керували кіньми. Тварини могли працювати з комбайном не більше 3 годин, потім їх замінювали новими [2]. Значного розповсюдження причіпні кінні зернозбиральні комбайни американського типу не отримали, але вони послужили поштовхом для створення причіпних зернозбиральних комбайнів з приводом спочатку від парового двигуна, а згодом двигуна внутрішнього згорання та самохідних комбайнів.

Винахідники зернозбирального комбайна австралійського типу у своїй машині використали принцип відламування або відривання (згодом обчісування) колосків від стебел, які залишалися на корені в полі, як на жатному візку галлів.

Першою колосозбиральною машиною, що працювала за принципом відламування колосків на корені була машина австралійця Джона Рідлі (1843 р.). Вона являла собою чотириколісний візок, який штовхали перед собою двоє або більше коней. У передній частині візка був закріплений металевий обчісувальний гребінь та бітер. Зуби гребеня прочісували хлібостій, бітер відламував колоски, частково вимолочував з них зерно і скидав суміш відламаних колосків і зерен з очісувальних зубів гребеня в

короб. Колосозбиральна машина отримала назву стріпер [2]. Вона була предтечею зернозбирального комбайна австралійського типу.

У 1868 р. агроном А.Р. Власенко виготовив машину (жатку-молотарку), що одночасно відривала колоски, залишаючи стебло на корені та вимолочувала зерно з колоса, на яку він у 1869 р. отримав десятилітній привілей (авторське свідоцтво) з назвою «Конная зерноуборка на корню». Жатка-молотарка (комбайн) конструкції А.Р. Власенка мала гребінку для відривання колосків, молотильний барабан, деку, ковшовий транспортер, решето та дерев'яний ящик для зерна. Робочі органи приводилися в дію від ходових коліс. Штовхали машину попереду себе двоє коней. Гребінка машини прочісувала рослини, відривала колоски, які обмолочувалися барабаном. Вимолочене зерно, солома, обмолочені колоски й часточки соломи ковшовим транспортером подавалися на решето очищення, де зерно й солома провалювалися у ящик, а потім у підвішені до нього мішки. Обмолочені колоски й солома сходили з решета й попадали в інші мішки [2]. Комбайн конструкції А.Р. Власенка був виготовлений в єдиному екземплярі і не зважаючи на значну зацікавленість у ньому товаровиробників через бюрократичні перепони не отримав подальшого розповсюдження.

У 1883 р. Джеймс Морроу вперше об'єднав обчісувальну жатку, молотильний апарат і очистку, створивши таким чином працездатний кінний причіпний обчісувальний зернозбиральний комбайн австралійського типу, який здійснював обчісування колосків, їх обмолот, очищення від полови та часточок соломи, завантаження очищеного зерна в мішки та їх вивантаження на поверхню поля на ходу, не перериваючи технологічний процес [2].

Значну роль у створенні та виготовленні обчісувальних зернозбиральних комбайнів відіграв Віктор Мак-Кей, який наприкінці ХІХ ст. був найбільшим виробником обчісувальних комбайнів у Південній півкулі [2].

Варто також відмітити Тейлора, який поєднував обчісувальну жатку з різальним апаратом [2].

В ході свого розвитку зернозбиральні комбайни австралійського типу пройшли декілька етапів: колосозбиральна машина, що відламувала колоски, які потрібно було обмолочувати й очищати на стаціонарі; комбайни на кінній і тракторній тязі та самохідні, які обчісували, вимолочували зерно з колоса, очищали його від домішок та завантажували у мішки або бункери очищене зерно.

Зернозбиральні комбайни австралійського типу, в порівнянні з комбайнами американського типу, мали значно менші енергозатрати на збирання, розміри, вагу та складність. Суттєвим недоліком комбайнів австралійського типу були значні втрати зерна при збиранні вологих,

засмічених бур'янами культур та неможливість використання для збирання інших культур таких як кукурудза, соняшник тощо.

Висновок. В основу створення зернозбиральних комбайнів були закладені два різних принципи: зрізування стебел з колосками й обмолот хлібної маси (американський тип зернозбирального комбайна) і відламування (згодом обчисування) колосків від стебел на корені з обмолотом колосків без зрізування стебел (австралійський тип).

Список використаних джерел

1. Деркач О. П., Погорілець О. М., Роговський І. Л. Історія техніки: від жатного візка галлів до обчисувальної жатки: монографія. Київ. АГРАР МЕДІА ГРУП, 2013. 125 с.

2. Василенко І. Жнивварка – молотарка – комбайн. Сільсько-господарська машина. Харків. 1929. №11-12. С. 201-211.

УДК94(477):631.117.4

## **ПЕРЕДІСТОРІЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ЗРАЗКОВОГО НАВЧАЛЬНО-ДОСЛІДНОГО ГОСПОДАРСТВА «ЗАТИШШЯ» КИЇВСЬКОГО ПОЛІТЕХНІЧНОГО ІНСТИТУТУ (1898 – 1900 рр.)**

*Анненков І. О., Анненкова Н. Г.*

*Національна наукова сільськогосподарська бібліотека НААН*

Створення в 1898 р. Київського політехнічного інституту (КПІ) ознаменувало безповоротність ходи процесу організації на українських теренах Російської імперії системи вищої технічної освіти, дещо уповільненої після фундації у 1885 р. Харківського практичного технологічного інституту. Найвище затвердженим Положенням про КПІ визначалося, що він є учбовим закладом, заснованим з метою надання саме технічної освіти, хоча тим же Положенням разом із механічним, хімічним та інженерним відділеннями у виші закріплювалося й сільськогосподарське відділення [1, арк. 1–2]. Тобто, передбачалося, що підготовка спеціалістів-аграріїв у КПІ буде здійснюватися в контексті механізації сільськогосподарської праці, але з огляду на «Приблизний навчальний план», затверджений Міністерством фінансів, якому було підпорядковано вищ, аграрні дисципліни за своїм обсягом на Сільськогосподарському відділенні первинно в чотири рази переважали над обсягом технічних дисциплін [2, арк. 15]. На забезпечення практичних навичок у студентів цього Відділення, при інституті вже згаданим Положенням створювалися: «дослідне поле, сад, скотний двір, сільськогосподарська ферма та інші навчально-допоміжні заклади» [1, арк. 2 зв.].

Між тим, держава не відводила КПІ необхідні під указані дослідні заклади земельні ділянки, гарантуючи лише виділення на їх придбання коштів згідно цін, укладених за підсумками відповідних тендерів, проведених Правлінням КПІ. Тож, пошук потрібних для облаштування дослідних: поля, саду, ферми та ін. навчальних об'єктів Сільськогосподарського відділення, а також проведення процедур торгів та оформлення у власність придбаного земельного майна мав проводити сам інститут. У відповідності до цього порядку директором інституту Віктором Львовичем Кирпичовим (1845–1913) було проведено дослідження наявності на теренах українських губерній Російської імперії земельної ділянки для облаштування зразкової навчальної сільськогосподарської ферми, яка, з одного боку, не потребувала би значних витрат на приведення її в зразково-показовий стан, а з іншого – не була б занадто дорогою і логістично незручною, враховуючи розташування вишу в Києві. Такою ділянкою, на погляд директора, могло б стати дослідне поле площею близька 1 000 десятин майже (1 100 га), яке знаходилося у власності Полтавського земства і використовувалося Полтавським товариством сільського господарства (ПТСГ), що, у випадку передання його Земством у безстрокове використання інституту, залишало б дослідний характер застосування землі, хоча і змінювало сутність юридичної особи–користувача (з громадської на державну) [3]. Дане поле було обстежено професором землеробства КПІ Петром Родіоновичем Сльозкіним (1862–1927) і визнано ним таким, що дуже підходить до облаштування в його межах дослідно-навчальної сільськогосподарської ферми, але на розширеному засіданні Правління інституту представник Київського відділення Імператорського російського технічного товариства (КВ ІРТТ) Микола Андрійович Бунге (1842–1914) зауважив, що для ведення господарської діяльності на такій достатньо великій ділянці потрібні відповідні великі обігові кошти, яких виш не мав [3].

Утім, проблема кошторисного забезпечення роботи зразкової ферми КПІ саме на тій ділянці, що знаходилася у використанні ПТСГ відпала сама собою, оскільки на засіданні цього Товариства з приводу передачі ділянки у користування КПІ десять з його сімнадцяти членів виступили категорично проти цього [4, арк. 137]. Полтавське ж земство підтримало більшість членів ПТСГ, не виключено через те, що перехід права безстрокового користування дослідним полем від громадської до державної організації міг у наступному зробити проблематичним контроль керівних органів Полтавського земства за порядком використання даної ділянки. Земські чиновники також розуміли, що КПІ не мав достатньої кількості обігових коштів для організації своєї ферми навіть на невеликій частині дослідного поля, через що у Правління інституту виникав момент спокуси здачі частини означеного поля в суборенду для отримання потрібних йому обігових

коштів, за що, власне, й вів мову представник КВ ІРТТ М.А. Бунге на одному з засідань Правління КПІ [3]. Однак у цьому випадку віддана у суборенду частина дослідного поля втрачала б своє дослідне призначення, і не факт, що Полтавському земству вдалось би вплинути на ситуацію у можливій суперечці з означеного приводу із державною владою. Отже, передача у безстрокове користування дослідного поля від ПТСТГ до КПІ потенціально могла на невизначений термін вивести невідомо яку його частку із науково-дослідного застосування, позбавивши місцеву громаду можливості отримувати попередній обсяг результатів відповідної діяльності.

Тим часом, 25.02.1900 р. у Києві помер поміщик Козелецького повіту Чернігівської губернії Євген Петрович Носенко-Білецький, залишивши по собі маєток «Затиштя» у 334 десятини поблизу містечка Кобижча, яке, разом із іншим рухомим та нерухомим майном, він заповів КПІ, призначивши своїм душоприказником В.Л. Кирпичова [5]. За своїми ґрунто-кліматичними умовами та місцем розташування даний маєток цілковито відповідав навчальним потребам інституту, а з огляду на його розміри та наявність у ньому певних споруд – він відповідав й спроможності вищу організувати фінансування на базі «Затиштя» діяльності зразкової навчально-дослідної ферми. На сьогодні достеменно невідомо ані чи були знайомі між собою В.Л. Кирпичов та Є.П. Носенко-Білецький, ані якщо були – то наскільки близько? Проте можна стверджувати, що навряд чи останній призначав би своїм душоприказником людину, в чий порядності та відданості справі служіння науці та освіті він мав би сумнів. З огляду на цей момент, дуже мало ймовірно, що заповіт маєтку «Затиштя» на користь КПІ (який за всіма параметрами відповідав потребам інституту) був випадковим збігом обставин, і ми маємо причини припускати тут збіг наполегливого пошуку керівником вищу можливостей повноцінного втілення мети існування очолюваної ним установи із бажанням мецената сприяти розвитку освіти та науки на теренах його батьківщини. У будь-якому випадку цей збіг відбувся завдяки безпосередньому або опосередкованому знайомству двох особистостей, глибина якого дозволяла одній із них з впевненістю зробити таку необхідну пожертву, а іншій – з такою ж впевненістю домагатися від уряду її безумовного прийняття на умовах уже покійного заповідача.

#### Список використаних джерел

1. Положення про Київський політехнічний інститут імператора Олександра II-го. Державний архів міста Києва. Ф. 18. Оп. 1. Спр. 6. Арк. 1–9.
2. Зразковий навчальний план Київського політехнічного інституту імператора Олександра II. Державний архів міста Києва. Ф. 18. Оп. 1. Спр. 5. Арк. 14–17.
3. Засідання Правління інституту з представниками Київського відділення Імператорського російського технічного товариства та Міської

думи Києва (не пізніше грудня 1899 р.). Державний архів міста Києва. Ф. 18. Оп. 1. Спр. 74. Арк. 57–57 зв.

4. Протокол засідання Правління КПІ від 15.12.1899 р. Державний архів міста Києва. Ф. 18. Оп. 1. Спр. 74. Арк. 137–138 зв.

5. Лист директора КПІ до Департаменту торгівлі і мануфактур Міністерства фінансів Російської імперії № 1584 від 27.03.1900 р. Державний архів міста Києва. Ф. 18. Оп. 1. Спр. 156. Арк. 17.

УДК 52(091):62(091)

## **ВНЕСОК ІНСТИТУТІВ АН УРСР У РАКЕТНУ НАУКУ І ТЕХНІКУ (1951-1957)**

*Литвинко А. С.*

*Державна установа «Інститут досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки імені Г. М. Доброва НАН України»*

Дослідження внеску інститутів НАН України у ракетну науку і техніку на початковому етапі розгортання робіт з цієї тематики (1951-1957) має високу актуальність для використання здобутого досвіду у суспільній та оборонній сфері України.

Створене у 1954 р. ОКБ-586 у Дніпропетровську (нині Дніпро) та його Головний конструктор М.К. Янгель тісно взаємодіяли з інститутами АН УРСР і провідними вищими навчальними закладами. З 1966 р. ОКБ носить назву КБ «Південне». 13 серпня 1955 р. Рада Міністрів СРСР ухвалила постанову, якою зобов'язала Міністерство оборонної промисловості СРСР залучити науково-дослідні установи АН УРСР до виконання завдань, пов'язаних з розробкою ракети Р-12 в ОКБ-586.

Наприклад, у галузі ракетно-космічної науки і техніки Інститут будівельної механіки АН УРСР працював над розробкою проблем міцності та стійкості матеріалів і конструкцій, конструктивної міцності пластмас, упровадженням у ракетобудування таких матеріалів, як титан, армовані пластичні маси та ін. Серед найважливіших результатів - роботи з динаміки ракет далекої дії, пов'язані з коливаннями та гасінням вібрацій конструкцій на різних ділянках траєкторії польоту (О.М. Голубенцев, В.А. Лазарян, М.О. Кільчевський), термопружністю та термопластичністю (А.Д. Коваленко), створенням наукових основ конструктивної міцності пластмас (Н.М. Пономаренко).

У 1952 р. на базі відділу фізико-хімії металургійних процесів Інституту чорної металургії АН УРСР було організовано Лабораторію



спеціальних сплавів АН УРСР для розробки теоретичних основ і технології створення нових металокерамічних і кераміко-металічних матеріалів для промисловості та нової техніки, зокрема ракетно-космічної техніки з високими показниками жаро- і ерозійної стійкості, широким використанням методів порошкової металургії (керівник - І.М. Францевич). У 1955 р. Лабораторію реорганізовано на Інститут металокераміки та спецсплавів АН УРСР. З 1964 року він носить назву Інститут проблем матеріалознавства. Директором інституту з дня його організації і до 1973 року був І.М. Францевич, академік АН УРСР (1961). Біля витоків інституту разом з І.М. Францевичем стояли Г.С. Писаренко, В.М. Єременко, І.М. Федорченко, Г.В. Самсонов. Нині інститут носить ім'я І.М. Францевича.

Наприкінці 50-х років інститут активно включився в розробку абліційних теплозахисних матеріалів для ракетно-космічної техніки. У відділі «Матеріали аерокосмічної техніки» розроблялись теплозахисні матеріали і покриття, проводилися їх висотемпературні дослідження при радіаційному і конвективному нагріві. У 1958 р. І.М. Францевич вирішив створити власні експериментальні засоби. Стеновій групі, яка складалася з 8 робітників і техніків високої кваліфікації (керівник В.С. Дверняков) було доручено створити газодинамічний стенд для дослідження зразків теплозахисних матеріалів.

У відділі композиційних матеріалів створювалися матеріали для внутрішнього теплового захисту найтеплонпруженіших зон ракетних двигунів. Для одного типу матеріалів допускалися зміни розмірів і винесення маси в процесі впливу на них високошвидкісних газових потоків, що містять значну кількість твердої фази (розтруби сопел), для іншого - подібні зміни виключалися (критичний перетин сопла). Як основа матеріалів першого типу за пропозицією І.М. Францевича було прийнято полімерні композити з термореактивною матрицею, що містять тугоплавку складову, другого типу - псевдосплави тугоплавких металів і композити на основі карбідов перехідних металів четвертої та п'ятої груп Періодичної системи хімічних елементів.

З моменту створення відділу його керівниками були Д.М. Карпинос, Ю.Л. Пилиповський, Л.Р. Вишняков. Під керівництвом Т.В. Грудіної розроблено та впроваджено у виробництво понад 25 марок ерозійностійких теплозахисних композиційних матеріалів, багато з яких не мають аналогів у світовій практиці. Створено високо-ерозійностійкі матеріали на полімерній матриці, які армовані шарами вуглецевої або кремнеземної тканини і полотнами тугоплавких металів, що чергуються. Ерозійна стійкість таких вуглеметалопластиків і стеклометалопластиків у кілька разів перевищувала ерозійну стійкість відомих матеріалів.

Завдяки розробкам Харківського фізико-технічного інституту у промисловість було впроваджено низку нових матеріалів, потужні технологічні процеси й установки, зокрема технологію виготовлення

тепловиділювальних елементів для атомних реакторів нового типу; технології виробництва високотемпературних нагрівачів; нанесення жароміцних, твердих і надтвердих покриттів на матеріали, що працюють в агресивних середовищах; високочисті матеріали й сплави на їхній основі; композиційні вуглець-вуглецеві матеріали та ін. (В.Є. Іванов).

В Інституті велись розробки вуглець-вуглецевих композиційних матеріалів і технології піролітичного ущільнення, які дозволили істотно знизити масу соплових блоків ракет і виключити застосування дефіцитного вольфраму (В.Ф. Зеленський). Розроблено також методи й умови термомеханічної обробки й легування урану, які дають можливість у широких межах керувати структурою металу і здатністю до формозміни при радіаційному та інших видах впливу.

В Інституті математики у 1948 - 1955 рр. працював О.Ю. Ішлінський, який розробив тут теорію гіроскопів і теорію інерціальних систем навігації, автоматичного регулювання, режимів ковзання й двороторного гірогоризонткомпасу, які склали наукову базу систем керування балістичними ракетами та космічними апаратами. У 1957 р. він обґрунтував можливі оптимальні варіанти інерціального наведення центра мас ракети з мінімальною вагою вимірювальної бортової апаратури та мінімальним обсягом обчислень, розрахував точний час вимкнення двигунів. Такі системи наведення були на всіх балістичних ракетах перших поколінь — до появи на початку 70-х років бортових комп'ютерів.

21 лютого 1951 р. на базі Львівського відділу теорії пружності Інституту математики АН УРСР та Львівської групи Інституту автоматики і телемеханіки АН СРСР утворено Інститут машинознавства і автоматики АН УРСР (з 1964 – Фізико-механічний інститут АН УРСР). Основними напрямками його досліджень стали теорія пружності та концентрація напружень навколо отворів; контактні задачі теорії пружності; стійкість пружних систем; вплив середовища та водню на міцність матеріалів; перетворення та передача сигналів; прилади для пошуку корисних копалин та спецтехніки.

В інституті з 1957 рр. створено технологічні основи високотемпературної міцності конструкційних матеріалів для космічної техніки, стійких до агресивних середовищ, розроблено методи збільшення їх жароміцності (Г.Г. Максимович та ін.).

У 1951 р. в Інституті електрозварювання АН УРСР розпочато наукові дослідження та інженерні розробки в галузі зварювання алюмінію та його сплавів, зокрема для потреб ракетно-космічної техніки створено спеціальний відділ впровадження обладнання і технологій в ракетобудуванні (керівник Б.А. Стебловський). Було спроектовано алюмінієву цистерну, потокове виробництво яких впроваджували

співробітники інституту (І.А. Довбищенко та ін.), зокрема на заводах Маріуполя.

Спеціалісти створеного в Інституті відділу контролю якості разом з іншими установами розробили технологію та обладнання перевірки їх на герметичність. Роботи з герметичності почали виконувати разом співробітники ІЕЗ, КБ «Південне» та Південний машинобудівний завод.

В ІЕЗ для аргоно-дугового зварювання розробили вольфрамові електроди з добавками елементів лантану і ітрію, створили нове обладнання та технології виготовлення паливних баків, конструкцій ракетно-космічної техніки з алюмінієвих і титанових сплавів із застосуванням дугового автоматичного зварювання в інертних газах (С.М. Гуревич, Д.М. Рабкін). Було розпочато пошук технологій підвищення термічної зносостійкості ракетних двигунів. Зокрема, Б.Є. Патон і Б.О. Мовчан розробили процеси нанесення тонкоплівкових покриттів методом термічного випарювання і конденсації речовин.

Зазначені результати склали основу подальшого створення чотирьох поколінь ракетної техніки і космічних апаратів в Україні та світі.

Список використаних джерел

1. Історія ракетно-космічної науки і техніки України: колективна монографія. Відповідальний редактор – академік НАН України В.П. Горбулін. НАН України, ДУ «Інститут дослідж. наук.-техн. потенціалу та історії науки ім. Г.М. Доброва НАН України». Київ. Фенікс, 2021. 456 с.

УДК 94:[001+ 502/504-631.6] (477) «18/19» (092)

## **ГІДРОМЕЛІОРАЦІЙНА ДІЯЛЬНІСТЬ ПРОФЕСОРА ВАСИЛЯ ІВАНОВИЧА АЛЬБІЦЬКОГО НА ПОЛТАВЩИНІ В КІНЦІ ХІХ НА ПОЧАТКУ ХХ СТОРІЧЧЯ**

*Панасюк А. О.*

*Національна наукова сільськогосподарська бібліотека НААН*

В історії науки і техніки Василь Іванович Альбіцький (1850 – 1926(?)) виділяється, перш за все, як визнаний інженер-практик, видатний вчений-гідралік, впливовий педагог та заслужений професор Харківського технологічного інституту (ХТІ) (наразі – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»). Протягом свого життя Василь Іванович активно працював над вдосконаленням технологій та процесів у сфері гідраліки та гідротехніки, через що інженерні розробки та наукові відкриття професора в даних галузях отримали визнання та застосування не лише на українських теренах Російської імперії, а й за їх

межами. До того ж, наукова спадщина В.І. Альбіцького мала вагомий вплив на подальший розвиток інженерних наук, зокрема в області гідротехніки. У ролі викладача в ХТІ, Василь Іванович надавав студентам важливі знання та навички з дисциплін: технічного креслення, графічної статистики та гідравлічної техніки, сприяючи професійному зростанню та розвитку молодого покоління. Вплив, вченого на освіту та науку в цілому, на початку ХХ ст., був значущим та змістовним у формуванні майбутніх спеціалістів у інженерній галузі. Крім того, методичний підхід та педагогічний досвід В.І. Альбіцького відзначалися високою ефективністю та популярністю серед студентів та колег. Отож, Василь Іванович Альбіцький є ключовою постаттю в історії розвитку вітчизняної науки та техніки, як блискучий інженер-гідравлік, авторитетний педагог та заслужений професор, чії дії та досягнення сприяли значному прогресу у галузі гідравліки, гідротехніки та освіти на перехресті ХІХ-ХХ ст.

Та навіть попри такий, вказаний вище, значний внесок у розвиток науки на рубежі ХІХ-ХХ ст., постать Василя Івановича Альбіцького залишається недостатньо вивченою та дослідженою. Наразі не опубліковано жодної ґрунтовної праці спеціально присвяченої видатному вченому-гідравліку [3]. До того ж, у творчому доробку інженера-практика, не тільки відомого експертною позицією в галузях гідравліки та гідротехніки [1], значною мірою зосереджено питання збереження річкових млинів та критика науково необґрунтованих осушувальних меліорацій, що стало результатом його комплексного обстеження та аналізу меліораційного фонду Полтавщини в 90-х рр. ХІХ ст. В.І. Альбіцький провівши детальний огляд гідромеліораційних систем, включаючи канали, річки та інші гідротехнічні споруди Полтавської губернії, у своїх наукових дослідженнях та публікаціях вказував на невиправданість політики знищення водяних млинів та проведення гідромеліорацій без належного підтвердження та сертифікації. Професор стверджував та документував, що річкові млини відіграють важливу роль у регулюванні водних ресурсів та утриманні балансу в природному середовищі. Також вчений акцентував увагу на тому, що деякі форми меліорацій можуть призвести до негативних наслідків, які погіршують екологічне середовище та можуть впливати на гідрологічний режим даного регіону. Водночас, Василь Іванович висунув пропозиції щодо оптимального використання цих водних ресурсів та збалансованого управління гідромеліораційними системами з урахуванням природних умов Полтавщини, як результат, це дало змогу покращити ефективність меліораційних заходів та забезпечити стійке функціонування гідравлічних систем в даній місцевості.

Можна стверджувати, що розпочалася діяльність В.І. Альбіцького в гідромеліораційній сфері з моменту оренди водяного млина у селі Нижні Млини в Полтавській губернії, який належав Полтавському віце-

губернатору Костянтину Олександровичу Балясному. Перебуваючи тут, Василь Іванович отримав значний імпульс для розробки та впровадження новаторських ідей у гідротехнічній галузі. Саме у такому сприятливому середовищі В.І. Альбіцький отримав натхнення для встановлення та випробування гідравлічних турбінних установок. Тому й не дивно, що у впертих та стійких діях вченого в справі "Осушення боліт" у Лубенському та Хорольському повітах Полтавської губернії. Василь Іванович активно та ініціативно виступав проти президента Полтавського сільськогосподарського товариства Дмитра Костянтиновича Квітки в цьому питанні [2]. Дана справа стала окремою ангажованістю В.І. Альбіцького у збереженні природних ресурсів та утвердженні наукових принципів у галузі гідромеліораційних робіт. Тверда та бойова позиція науковця в цьому питанні відобразила глибоку професійну та моральну відповідальність ученого у вирішенні важливих екологічних проблем свого часу. Отже, професор В.І. Альбіцький надав величезне значення доцільному та науково обґрунтованому використанню натуральних ресурсних джерел. Прагнення Василя Івановича відображали не лише професійну відданість справі гідравліки та меліорації, а й пильну увагу до екологічної рівноваги та стабільності природних екосистем. В.І. Альбіцький розумів, що ефективне використання натуральних ресурсів повинно бути не просто доведено практикою, але й належним чином підтверджено науковими дослідженнями. Тому діяльність професора була спрямована на створення умов для раціонального використання цих ресурсів, щоб забезпечити стале та продуктивне господарство у відповідних регіонах. Така пильна увага до збереження екологічної рівноваги засвідчує про те, що В.І. Альбіцький був відданий ідеї гармонійного співіснування людини та природи, а його наукові підходи та рекомендації спрямовані на оберігання природних багатств та забезпечення довгострокової стійкості екологічної системи, є фактором у сталому розвитку господарської діяльності.

Ще однією причиною, через яку В.І. Альбіцький виступав за збереження річкових млинів, була активна організація, ним же, екскурсій для студентів Харківського вишу в ці райони. Ця ініціатива мала на меті поглиблення та практичне осмислення навчального матеріалу, а також надання студентам можливості безкоштовно ознайомитись із роботою гідротехнічних об'єктів на місцях. Учні, які брали участь у таких демонстративних заходах, мали спроможність спостерігати, тож в майбутньому – активно розвивати різні аспекти роботи гідротехнічних систем. Це дозволило їм отримувати практичні знання та глибше розуміти теоретичні концепції в областях гідравліки та гідротехніки. Додатково, такі екскурсії були дуже ефективними у підвищенні інтересу студентів до вище вказаних галузей, оскільки, наочне бачення розширило навчання студентів та підвищило їх мотивацію вивчати гідравлічну дисципліну, відкривши перед ними нові горизонти та перспективи в цій цікавій та важливій

науковій області. Отже, така форма навчання В.І. Альбіцького, для студентів ХТІ, виявилася надзвичайно корисною та плідною, оскільки, поглиблене вивчення гідротехнічних систем у реальних умовах надало молодому поколінню можливість прямого спостереження та аналізу роботи гідроспоруд, що в свою чергу сприяло розширенню їхнього розуміння принципів функціонування об'єктивних закономірностей гідравліки та методів оптимального використання природних ресурсів. В цілому, ця інноваційна методика навчання виявилася успішною та ефективною, сприяючи глибшому засвоєнню студентами гідравліки та гідротехніки та підготовці їх до професійного майбутнього в цих галузях.

Але слід відзначити, що попри вищевказані здобутки інженера-практика, гідромеліораційна діяльність В.І. Альбіцького, ще й досі, залишається практично таємничою та недостатньо розкритою. Це зумовлено тим, що цей аспект його робіт не був належним чином вивчений сучасними науковцями. Отже, аналіз меліораційної роботи Василя Івановича в Полтавській губернії наприкінці ХІХ ст., та наукові пропозиції професора, щодо доцільного та практичного використання водних ресурсів та земельних угідь, залишається на даний момент недостатньо висвітленим. Дотепер існує лише обмежена кількість даних щодо меліораційної діяльності В.І. Альбіцького. Та все ж таки, детальне вивчення його робіт у галузі з питань заводнення, аналіз його наукових та інженерних робіт у цьому напрямку, а також визначення впливу його ідей на розвиток меліораційних технологій та підходів є невід'ємною складовою обґрунтованого аналізу наукової спадщини В.І. Альбіцького.

#### Список використаних джерел

1. Гутник М. В. Професор Василь Іванович Альбіцький – провідний учений Харківського технологічного інституту у галузі гідравліки (19.03.1850 – після 1916). Історія науки і біографістика: електрон. наук. фахове вид. 2018. № 2. URL: <http://inb.dnsgb.com.ua/2018-2/07.pdf>

2. Іваненко Д. А. Записки та спогади. 1888-1908 рр. Тип. «Полт. голос», Полтава, 1909 рік. С. 164.

3. Панасюк А. О. Наукова та педагогічна спадщина В. І. Альбіцького в історіографії. Історія науки і біографістика: електронне наукове фахове видання міжвід. темат. зб. 2022. Вип. 1. URL: [doi.org/10.31073/istnauka20220-12](https://doi.org/10.31073/istnauka20220-12).

УДК 001.891:58.002Вотчал«1864–1937»

## **ПОЛЬОВА ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН ЯК НАПРЯМ ДОСЛІДЖЕНЬ НАУКОВОЇ ШКОЛИ Є.П. ВОТЧАЛА**

*Солдатова Г. В.*

*Державна установа «Інститут досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки імені Г. М. Доброва»*

Розвиток аграрної освіти та науки в Україні нерозривно пов'язаний з діяльністю академіка ВУАН Євгена Пилиповича Вотчала (1864-1937). Під керівництвом цього видатного ботаніка та фізіолога рослин в перші роки ХХ ст. в щойно створеній ботанічній лабораторії Київського політехнічного інституту почала зароджуватися еколого-фітофізіологічна наукова школа, діяльність якої згодом мала значний вплив на розвиток сільського господарства нашої країни.

В сучасній історіографії досить часто згадується наукова школа українських фізіологів рослин Є. П. Вотчала та її знані представники. Аналіз джерел дозволив зробити висновок, що найбільш комплексними та змістовними є роботи спеціалістів відділу історії та соціології науки і техніки Інституту досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки імені Г. М. Доброва НАН України, керованого Ю. О. Храмовим, зокрема Г. Г. Костюк, С. П. Рудої та інших [1-3].

Вже на початку 20-х рр. ХХ століття завершується етап формування наукової школи Євгена Пилиповича Вотчала, в цей же самий період в самостійну галузь виділяється екологічна фітофізіологія. Євген Пилипович належав до піонерів цього нового напрямку та виховав численні наукові кадри, які вирішували проблеми врожайності сільськогосподарських культур в контексті вивчення єдиного комплексу різних фізіологічних процесів у рослині під впливом різних умов зовнішнього середовища.

Наукова школа Євгена Пилиповича Вотчала мала декілька важливих напрямків досліджень: основною проблемою, яку розробляв цей колектив, стало вивчення фізіологічної природи посухостійкості різних сортів найважливіших сільськогосподарських культур; в науковій школі Є. П. Вотчала були виховані провідні спеціалісти в галузі вивчення еколого-фізіологічних аспектів фотосинтезу; важко переоцінити дослідження з фізіології цукрових буряків, які сформуvalи теоретичні основи створення нових сортів з високою цукристістю.

Метою даної розвідки є висвітлення ще одного, нового на той час напрямку діяльності наукової школи Євгена Пилиповича Вотчала, який народився у процесі розробки теорії посуховрожайності та посухостійкості, – польової фізіології сільськогосподарських культур. Ще на початку ХХ ст. польова практика мала відношення тільки до агрономічних наук та

вважалася далекою від цілей класичної фізіології рослин. Спостерігалось різке роз'єднання інтересів ботанічних і агрономічних наукових сфер. Робота наукової школи Є.П. Вотчала, усуваючи ці розбіжності, пов'язала науку з практикою поля, створила оригінальні теорії польових явищ. Це були в повному розумінні новаторські роботи, які мали на меті створення теоретичних основ для організованого впливу на розвиток рослин [4].

У зв'язку з тим, що перенесення дослідів у поле змусило відмовитися від основних правил класичної фізіології рослин, необхідно було сконструювати нову апаратуру: було створено постійні лабораторні установки та прилади, розроблено високочутливі та точні методи для роботи з рослинами. Ці методи допомагали при практичній роботі в полі швидко й надійно відібрати екземпляри з потрібними властивостями. Перенесення досліджень у мінливі умови поля привело до необхідності паралельно з фізіологічним обліком здійснювати спостереження за провідними геофізичними факторами. Основна увага приділялася інсоляції, реєстрації температури, вмісту вуглекислого газу в повітрі, вологості повітря і ґрунту. Польові дослідження були тривалими за часом (денні, добові, ранкові та ін.) та мали порівнювальний характер (у дослідках використовували кілька сортів рослин і стандарт). Також цей напрямок мав комплексний характер – дослідників цікавили процеси, що відбувалися паралельно у різних сільськогосподарських рослинах. Все це вимагало цілої серії установок для дослідів, що йшли без перерви одне за одним. Крім того, проводилися спостереження процесів асиміляції та транспірації. Кінцева мета роботи Євгена Пилиповича Вотчала та його учнів полягала у виробленні на додаток до наявних ще й конкретних методичних прийомів для селекціонерів при доборі на підвищену врожайність і на стійкість врожаїв в умовах спеки та посухи.

Наукова школа Є.П. Вотчала займалася також вивченням кількісного співвідношення судинної системи стебла та листа хлібних злаків в різних фізіологічних станах (1923). Дослідження Ю.М. Гарбар показали відсутність листових слідів у стеблах злаків, О.О. Табенцький в ці роки завершив вивчення продихів по довжині листової пластинки хлібних злаків. З часом роботи в цьому напрямку було розширено – створили відділ з сортознавства та анатомії сільськогосподарських рослин (з 1925 р. ним керував О.О. Табенцький). Кафедра фізіології рослин Білоцерківського сільськогосподарського інституту, організована в 1934 р. за ініціативи Є.П. Вотчала, стала фактично центром цих досліджень.

Серед багатьох різноманітних важливих здобутків фізіологів рослин, керованих Є.П. Вотчалом, слід відмітити розроблену відповідно до принципів польової фізіології рослин теорію виробничих властивостей цукрових буряків. Розв'язання цього завдання мало важливе державне



значення та сприяло розвитку традиційної для України галузі – цукрової промисловості [5].

Таким чином, на підставі проведеного дослідження можна стверджувати, що наукова школа фізіологів рослин академіка ВУАН Євгена Пилиповича Вотчала мала визначні досягнення та стала колыскою професійних наукових кадрів. Традиції цієї школи продовжили її талановиті представники, наукові досягнення яких значною мірою сприяли подальшому розвитку аграрної науки і освіти.

Список використаних джерел

1. Костюк Г. Г. До історії становлення української фітофізіологічної школи Є. П. Вотчала. Нариси історії природознавства та техніки. 1990. Вип. 38. С. 61-65.

2. Рудая С. П. Київський політехнічний інститут Розвиток біології в Україні. Київ. Наукова думка, 1984. Т. 1. С. 136-140.

3. Вотчал-Словачевська В. Є., Костюк Г. Г. Євген Пилипович Вотчал: іл. Бібліогр. Київ: Наукова думка, 1991. 148 с.

4. Вотчал Є. П. Польова фізіологія (нормальна та патологічна) та фізіологічне сортовивчення в селекції. Праці наукового інституту селекції. 1928. Вип. 2. С. 27-46.

5. Оканенко А. С. Фотосинтез і врожай. Київ. АН УРСР. 1954. 65 с.

УДК 930.1:[631.3]«18/19»(012)

## **ПРОФЕСОР ТОМАШ РИЛЬСЬКИЙ (15.09.1838-15.08.1924) – ОДИН З ОСНОВОПОЛОЖНИКІВ ЗЕМЛЕРОБСЬКОЇ МЕХАНІКИ ДРУГОЇ ПОЛОВИНИ ХІХ ст.**

*Клименко М. Б.*

*Національна наукова сільськогосподарська бібліотека НААН*

Постановка проблеми. Професор Томаш Нікодем Сцібор-Рильський – видатний український вчений польського походження в галузі землеробської механіки та аграрної дослідної справи, засновник першої на території України та Польщі випробувальної дослідної станції землеробських машин та знарядь у Дублянах. У світлі цього, важливим завданням є повернення на пантеон національної пам'яті імені цієї непересічної особистості та оцінка внеску професора Т. Рильського у розвиток та становлення сільськогосподарської науки в цілому та землеробської механіки зокрема.

Аналіз останніх досліджень. У вітчизняній, як і закордонній історіографії надзвичайно небагато уваги приділено діяльності професора

Вищої рільничої школи у Дублянах Т. Рильського. Окремі факти про науковий та творчий доробок ученого містяться у працях Юрія Токарського «Інженерно-технічні студії у Дублянах» [1], «Професори, доценти та асистенти навчально-наукових установ у Дублянах (1856-1947)» [2], «Дубляни: історія аграрних студій (1856-1946)» [3]. Про професора Т. Рильського як основоположника механіки сільськогосподарських робіт у Дублянах писав Тадеуш Восковський у праці «Dzieje studiów rolniczo-lasowych w ośrodku Iwowsko-dublańskim» [4]. Любов Пинда у власній праці «Агроінженерні дослідження в Дублянському науковому осередку кін. XIX – поч. XX» [5] частково подала бібліографію наукових праць професора Томаша Рильського, при цьому проаналізувавши його працю «Podręcznik mechaniki rolniczej dla gospodarzy praktycznych: wybór i użycie narzędzi i maszyn rolniczych». Окремі аспекти розвитку землеробської механіки знаходять своє відображення у праці Олени Вісин [6], котра провела аналіз етапів становлення випробувальної справи у Галичині на зламі XIX-XX ст.

Мета дослідження: проведення комплексного аналізу наукового внеску професора Вищої рільничої школи у Дублянах Томаша Рильського у розвиток механізації рільничої праці, полегшення праці селян через призму епохи та історичних подій, у яких проживав учений.

Результати досліджень. Тематика досліджень професора Томаша Рильського стосувалася підвищення ефективності ведення сільського господарства, удосконалення конструкції землеробських машин та знарядь. Зростання кількості населення, недостатній обсяг використовуваних ним сільськогосподарських угідь, порівняно недавнє скасування кріпосного права – усе це негативно відбивалося на ефективності проведення польових робіт. Одним з небагатьох дієвих засобів підвищення врожайності та ефективності ведення сільського господарства було застосування у рільництві машин.

В історію розвитку науки, освіти та техніки Т. Рильський увійшов головним чином як ініціатор наукового підходу до вивчення сільськогосподарських машин, працюючи, насамперед, над їх ефективним використанням. У 1874 році він організував у Дублянах першу в Австро-Угорській імперії дослідну машинну станцію сільськогосподарської техніки для оцінки якості машин і знарядь, використовуваних у аграрному виробництві, прогнозування їх кількості та аналізу вартості виконуваних ними робіт. Однак діяльність цієї станції була припинена внаслідок низьких субвенцій [7].

Починаючи з 1875 р. професор Т. Рильський опублікував цикл статей під назвою «Pogadanki rolniczo-mechaniczne» у щотижневнику «Gazeta rolnicza», де всебічно популяризував використання вдосконалених ґрунтообробних знарядь, котрі забезпечують більш високі урожаї, зокрема парових плугів та зернозбиральних машин. Вчений описав напрямки

розвитку конструкції парових плугів. Зокрема зазначав, що механіки безпосередньо працювали у двох напрямках: деякі прагнули шляхом спрощення конструкції та зменшення розміру зробити увесь плуговий комплекс більш доступним, а інші виходили з того, що оскільки паровий плуг складався з машини на паровому приводі і власне плуга, то потрібно робити плуг знімним, щоб якомога більше розширити сферу застосування самої парової машини для інших цілей або зробити їх більш універсальними. У циклі згаданих статей Т. Рильський наголошував на тодішніх досягненнях у сфері рільничої механіки. Зокрема, вказував на нову машину для посадки картоплі, що мала швидкість виконання операції близько 2,5 гектарів на добу. Здійснено опис її конструкції та принципів застосування [8].

У 1877 р. Т. Рильський видав працю «Podręcznik mechaniki rolniczej dla gospodarzy praktycznych: wybór i użycie narzędzi i maszyn rolniczych», котру присвятив практикуючим господарям, які не мали достатньо часу для вивчення спеціалізованої літератури. У праці Т. Рильського можемо знайти ті ж дані, що містилися в каталогах виробників, але критично та фахово оцінені. Крім того, вони супроводжувалися детальними вказівками щодо використання машин у польових умовах. Праця супроводжувалася численними малюнками, що полегшувало сприйняття тексту та допомагало фермеру зорієнтуватися у виборі та застосуванні машин і обладнання. У цій праці Т. Рильський подав висококваліфікований аналіз особливостей конструкції сільськогосподарських машин і знарядь, а також їхніх робочих органів і заходів з технічного обслуговування. Описав матеріали, з котрих ці засоби обробітку виготовлялися. Крім того, провів фахову оцінку несправностей, що призводили до передчасного зношення обладнання, та виконав розрахунок збитків від виходу їх із ладу.

Висновок. Професор Томаш Рильський власними науковими публікаціями сприяв розвитку землеробської механіки не тільки у Галичині, але й в усій Австро-Угорській імперії. Діяльність науковця була направлена на підвищення ефективності обробки ґрунту, підвищення рівня обізнаності усіх учасників рільничої справи. Наукові публікації вченого сприяли якісно новим змінам у системі рільництва Королівства Галичини та Володимирії, що дало поштовх до її подальшого поступу. Підсумовуючи, можемо прийти до висновку, що розвиток наукових підходів до землеробської механіки у Дублянському науковому осередку другої половини ХІХ ст. характеризується пошуком найоптимальніших засобів обробітку ґрунту. Робота Т. Рильського була спрямована на визначення характеристик землеробських машин, котрі би забезпечували найбільший рівень урожайності на полях, з урахуванням особливостей типів ґрунтів Галичини.

Список використаних джерел

1. Токарський Ю. М. Інженерно-технічні студії в Дублянах. Львів: ЛНАУ, 2008. 65 с.

2. Професори, доценти та асистенти навчально-наукових установ у Дублянах (1856–1947): біографічний словник. Укладач Ю. М. Токарський. Львів: Львівський державний аграрний університет, 2004. 119 с.

3. Токарський Ю. М. Дубляни: Історія аграрних студій (1856–1946). Львів: Ю. Токарський; Ін-т українознавства ім. І. Крип'якевича НАН України, 1996. 384 с.

4. Woskowski T. Dzieje studiów rolniczo-lasowych w ośrodku Lwowsko-dublańskim. Warszawa: Centralna Biblioteka Rolnicza im. Michała Oczapowskiego, 2011. 25 с.

5. Пинда Л. А. Агроінженерні дослідження в Дублянському науковому осередку кін. ХІХ – поч. ХХ ст. (За матеріалами фонду стародруків і рідкісних видань НБ ЛНАУ). Матеріали ІІ-ої Всеукраїнської науково-практичної конференції «Бібліотечно-інформаційне середовище як драйвер змін та інновацій в освіті»: до 90 річчя Наукової бібліотеки ХНТУСГ, 30 жовтня 2020 р. Харків: ХНТУСГ, 2020. С. 69-75.

6. Вісин О. О. Становлення та розвиток системи випробування сільськогосподарської техніки на Галичині (70-ті роки ХІХ – 20-ті роки ХХ ст.) Історія науки і біографістика. 2021. № 3. <http://inb.dnsgb.com.ua/2021-3/09.pdf>. (дата звернення: 30.01.2023).

7. Клименко М. Професор Томаш Рильський – основоположник механіки сільськогосподарських робіт у Вищій рільничій школі Дублян: «Автоматизація, електроніка, інформаційно-вимірювальні технології: освіта, наука, практика»: матеріали ІV Міжнарод. наук.-техн. конфер., 01-02 грудня 2022 р. / Г.В. Лісачук (голова оргком.) Х. 2022. С. 188-189

8. Клименко М. Б. Внесок професора Томаша Рильського (1838-1924) у розвиток землеробської механіки другої половини ХІХ ст. Історія науки і біографістика. 2022. № 4. doi: <https://doi.org/10.31073/istnauka202204-03>.

ЗМІСТ

Стор.

*Секція*

*Стан та перспективи розвитку  
сучасної землеробської механіки*

1. КАФЕДРА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН ТА СИСТЕМОТЕХНІКИ ІМЕНІ АКАДЕМІКА П. М. ВАСИЛЕНКА 125 РОКІВ В ЛІДЕРАХ АГРОІНЖЕНЕРНОЇ НАУКИ В УКРАЇНІ  
*Войтюк Д. Г., Гуменюк Ю. О.* 5
2. АСПЕКТИ НЕРУЙНІВНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ЩІЛЬНОСТІ ҐРУНТУ  
*Кравчук В. І., Іванюта М. В., Гуменюк Ю. О.* 11
3. ЕНЕРГЕТИЧНА СТРАТЕГІЯ РОЗВИТКУ АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА УКРАЇНИ  
*Адамчук В. В.* 23
4. МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОДІЇ ДИСКОВОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ З ҐРУНТОВИМ СЕРЕДОВИЩЕМ  
*Козаченко О. В., Сєдих К. М., Волковський О. М.* 29
5. ВИЗНАЧЕННЯ СТУПЕНЯ ЗАКРІПЛЕНОСТІ АБРАЗИВНИХ ЧАСТИНОК В ҐРУНТІ  
*Дерев'яно Д. А., Тишко В. О.* 31
6. ВЗАЄМОДІЯ СУЧАСНИХ КОЛІСНИХ РУШІЇВ АГРАРНОЇ ТЕХНІКИ В РІЗНИХ УМОВАХ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ  
*Зубко В. М., Чепіжний А. В., Коваленко В. Є.* 34
7. ЗБЕРЕЖЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ РУЙНУВАННЯМ УЩІЛЬНЕНОГО ШАРУ І ВИКОНАННЯМ АГРОТЕХНОЛОГІЙ  
*Артёмов М. П.* 37
8. АНАЛІЗ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В ІНТЕНСИВНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ  
*Теслюк В. В., Пугач О. М., Ящевський Р. М.* 40

9. СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ЗМЕНШЕННЯ УЩІЛЬНЕННЯ ҐРУНТУ <i>Мартишко В. М., Ноуренко В. А.</i>	42
---	----

## Секція

### *Механіко-технологічні процеси, робочі органи та машини для рослинництва*

1. АНАЛІЗ СПОСОБІВ МІЖРЯДНОГО ОБРОБІТКУ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР <i>Грушецький С. М., Рудь А. В., Овчарук О. В.</i>	44
2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВАКУУМНОГО СУШІННЯ НАСІННЯ КУКУРУДЗИ В КАЧАНАХ <i>Швидя В. О., Степаненко С. П.</i>	48
3. АГРОТЕХНІЧНИЙ АНАЛІЗ СОШНИКІВ ЗЕРНОВИХ СІВАЛОК <i>Мартишко В. М. Ноуренко В. А.</i>	51
4. РОЗРОБКА КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ПЛЮЩИЛИ СУХОГО ТА ВОЛОГОГО ЗЕРНА <i>Білецький В. Р., Гірш А. Ф.</i>	53
5. СХЕМА ДИСКОВОГО ЗВОРУШУВАЧА СЕПАРУЮЧОГО ЕЛЕВАТОРА КАРТОПЛІЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ <i>Білецький В. Р., Музичук Д. А.</i>	56
6. КОНСТРУКЦІЇ ГЕРМЕТИЧНОГО КОНТЕЙНЕРА ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ НАСІННЄВОГО ЗЕРНА В РОЗРІДЖЕНІЙ АТМОСФЕРІ <i>Білецький В. Р., Семенчук П. В.</i>	57
7. ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПОСІВНОЇ СЕКЦІЇ З ДИФЕРЕНЦІЙНОЮ ГЛИБИНОЮ СІВБИ <i>Білецький В. Р., Краузе Д. К.</i>	60
8. АНАЛІЗ ВПЛИВУ ГЕОМЕТРІЇ ЛОПАТЕВОГО ЗМІШУВАЧА НА ТУРБУЛЕНТНІСТЬ ТА ІНТЕНСИВНІСТЬ ЗМІШУВАННЯ РІДИНИ <i>Бурлака С. А.</i>	62

9. ДОСЛІДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ НАУКОВО-ТЕХНІЧНИХ РЕСУРСІВ У ПРОЦЕСУ ПРОЕКТУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН <i>Ветохін В. І., Риждкова Т. Ю., Негребецький І. С., Сидорчук Ю. В.</i>	66
10. УЗАГАЛЬНЕНА СХЕМА ЦИФРОВОГО МЕХАНІКО-БІОНІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ГРУНТООБРОБНИХ МАШИН <i>Волик Б. А., Сокол С. П.</i>	68
11. ВИКОРИСТАННЯ ВІБРОВІДЦЕНТРОВОГО ЗМІШУВАЧА ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ ВИСОКОЕНЕРГЕТИЧНИХ СУМІШЕЙ <i>Волинець Є. О.</i>	71
12. АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ВНЕСЕННЯ РІДКИХ МЕЛІОРАНТІВ <i>Куликівський В. Л.</i>	73
13. ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ СЕКЦІЇ КУЛЬТИВАТОРА ДЛЯ СМУГОВОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ <i>Куликівський В. Л., Яроцький В. І., Хоменко С. М.</i>	76
14. ОБҐРУНТУВАННЯ ПРИНЦИПУ РОБОТИ ПРИСТРОЮ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЮ ТА ПІДТРИМАННЯ В ЗАДАНОМУ СТАНІ РУХОМОГО ШАРУ ЗЕРНОВОГО ВОРОХУ В ПРОЦЕСІ ОЧИЩЕННЯ <i>Куликівський В. Л., Яскажук В. О.</i>	79
15. КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА КОНСТРУКЦІЇ ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ СОРТУВАННЯ БУЛЬБ КАРТОПЛІ <i>Куликівський В. Л., Боята В. О.</i>	82
16. БУДОВА РОЗРОБЛЕНОГО ПОДРІБНЮВАЧА КОРЕНЕБУЛЬБОПЛОДІВ <i>Куликівський В. Л., Зінчук В. В.</i>	84
17. МЕТОДИ СУШІННЯ В ЗЕРНОСУШАРКАХ <i>Сіренко Ю. В., Калнагуз О. М.</i>	87
18. ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ КОМБІНОВАНИМ ЗНАРЯДДЯМ ІЗ КОНУСНИМ РОТАЦІЙНИМ РОЗПУШУВАЧЕМ <i>Ананченко С. П., Міненко С. В.</i>	90

19. КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ПРИСТРОЮ  
ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ ГАРЯЧИМ  
ТУМАНОМ ГУМАТІВ  
*Міненко С. В., Власюк С. В.* 93
20. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА УСТАНОВКА ПЕРІОДИЧНОЇ ДІЇ ДЛЯ  
ПРОРОЩУВАННЯ ЗЕРНА  
*Міненко С. В., Гоменюк О. Ю.* 96
21. ОБҐРУНТУВАННЯ РЕЖИМУ СУШІННЯ НАСІННЯ В ПРОЦЕСІ  
ПОШАРОВОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ  
*Ратушний В. В., Вітрух П. І., Косовець Ю. В.* 99
22. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ  
СІВАЛКИ MF 9108VE НА ВРОЖАЙНІСТЬ ПРИ ВИРОЩУВАННІ  
СОНЯШНИКУ  
*Онищенко Б. В., Онищенко В. Б.* 102
23. ПРОЦЕС ЗАГОТІВЛІ СІНА В РУЛОНАХ АКТИВНИМ  
ВЕНТИЛЮВАННЯМ  
*Кузьменко В. Ф., Онищенко В. Б., Онищенко Б. В.* 105
24. КАТОК ПОДРІБНЮВАЧ МУЛЬЧУВАЛЬНИК  
*Пономаренко Н. О., Коновий А. В., Лепеть Є. І.* 108
25. РОЗРОБКА МЕТОДУ ОЧИСТКИ ВОДИ ДЛЯ  
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ  
*Савченко В. М., Желудько О. В.* 110
26. ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ  
УЛЬТРАМАЛООБ'ЄМНОГО ОБПРИСКУВАЧА  
*Савченко В. М., Шевчук Р. П.* 113
27. ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ РОБОТИ  
АЕРОДИНАМІЧНОГО СЕПАРАТОРА  
*Мартишко В. М., Кривобочек В. М.* 116
28. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ  
ШЛЯХОМ ТРИВАЛОГО ВИТРИМУВАННЯ  
*Скляр О. Г., Скляр Р. В.* 118



29. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ПАСИВНОГО КОМПОСТУВАННЯ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ У БУРТАХ <i>Скляр О. Г., Скляр Р. В., Григоренко С. М.</i>	122
30. ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ВІДЦЕНТРОВО-РЕШІТНОГО СЕПАРАТОРА <i>Осовський М. В., Сукманюк О. М.</i>	125
31. ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ОКРЕМОГО ВИПАДКУ ПЕРЕМІЩЕННЯ ЗЕРНОВОГО СЕРЕДОВИЩА ПІД ЧАС ЙОГО РОЗДІЛЕННЯ НА БЕЗПРОВАЛЬНІЙ ДЕЦІ ВІБРОПНЕВМОІМПУЛЬСНОГО СЕПАРАТОРА <i>Волик Д. А., Степаненко С. П.</i>	128
32. МОДЕЛЮВАННЯ СТІЙКОСТІ РУХУ АСИМЕТРИЧНОЇ ДИСКОВОЇ БОРОНИ <i>Гриценко О. П., Степаненко С. П.</i>	131
33. СИМУЛЯЦІЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ АКТИВНИМ ВЕНТИЛЮВАННЯМ ПРОДУКТІВ ФРАКЦІЙНОЇ ПЕРЕРОБКИ БОБОВИХ ТРАВ <i>Калетнік Г. М.</i>	133
34. АНАЛІЗ ПЕРЕДУМОВ ДЛЯ СИНТЕЗУ РАЦІОНАЛЬНИХ РЕЖИМІВ СУШІННЯ КУКУРУДЗИ В КАЧАНАХ <i>Котов Б. І., Степаненко С. П., Калініченко Р. А.</i>	136
35. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РОЗДІЛЕННЯ ЗЕРНОВОГО МАТЕРІАЛУ НА ПНЕВМОВІБРОВІДЦЕНТРОВОМУ СЕПАРАТОРІ З ПНЕВМОВИХРОВОЮ КАМЕРОЮ <i>Степаненко С. П., Котов Б. І.</i>	139
36. МОДЕРНІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПРОТРУЮВАННЯ НАСІННЯ <i>Вечера О. М., Куянов В. В.</i>	142
37. ТЕХНОЛОГІЯ ОЗОНУВАННЯ ДЛЯ ПРОТРУЮВАННЯ НАСІННЯ <i>Вечера О. М., Куянов В. В.</i>	144
38. ДО ПИТАННЯ ОБГРУНТУВАННЯ ФОРМИ ПОВЕРХНІ ВІДЦЕНТРОВОГО ДИСКА <i>Деркач І. О., Деркач О. П., Друзюк Б. І.</i>	147

39. ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ГРЕБІНКИ ОБЧІСУВАЛЬНОЇ ЖАТКИ  
*Деркач І. О., Деркач О. П., Костенко М. В.* 149
40. ОБҐРУНТУВАННЯ КУТА НАХИЛУ ЛОПАТКИ РОТОРНОГО РОБОЧОГО ОРГАНА  
*Деркач І. О., Деркач О. П., Качунь Т. Ю.* 152
41. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ АГРЕГАТУВАННЯ МОБІЛЬНОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО ЗАСОБУ ТИПУ «АВТОТРАКТОР» З ТЕХНОЛОГІЧНИМ МОДУЛЕМ  
*Погорілий С. П., Мірний В. Ю., Присяжний В. Г.* 155
42. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МАШИН ТЕХНОЛОГІЇ ВЕРТИКАЛЬНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ  
*Заєць М. Л., Сергійчук О. М.* 158
43. АНАЛІЗ ТА НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІБРОСЕПАРАЦІЇ НАСІННЄВИХ СУМІШЕЙ  
*Піх Є. О., Козаченко О. В.* 164
44. АГРЕГАТ ДЛЯ ВНУТРІШНЬОҐРУНТОВОГО КОМПЛЕКСНОГО МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ ҐРУНТУ З ОДНОЧАСНОЮ СІВБОЮ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР  
*Петриченко Є. А., Герук С. М.* 166
45. ОРГАНІЗАЦІЯ МЕХАНІЗОВАНОГО КОМПОСТУВАННЯ  
*Павленко С. І.* 169
46. РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ ОДЕРЖАННЯ ОБРУШЕНОГО КОНОПЛЯНОГО НАСІННЯ  
*Петраченко Д. О., Коропченко С. П., Шейченко Д. В.* 172
47. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПІДГОТОВЧИХ ОПЕРАЦІЙ НА ТЕРМІНИ ПРИГОТУВАННЯ ТРЕСТИ КОНОПЕЛЬ  
*Шейченко В. О., Дудніков І. А., Скоряк Ю. Б.* 175
48. АНАЛІЗ КУЛЬТИВАТОРІВ ДЛЯ МІЖРЯДНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ВІТЧИЗНЯНОГО ВИРОБНИЦТВА  
*Грищук В. П., Волянський М. С.* 178

49. ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНІСТІ ЗАСТОСУВАННЯ УНІВЕРСАЛЬНОГО НАВАНТАЖУВАЧА, МОНТОВАНОГО НА ТРАКТОРІ <i>Макогін О. О., Волянський М. С.</i>	181
50. АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОЧИСНИКІВ ГИЧКИ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ З ВЕРТИКАЛЬНИМ ВАЛОМ <i>Ліннік А. Ю.</i>	185
51. ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНОГО УДОСКОНАЛЕННЯ БОРІН ДЛЯ ОБРОБІТКУ ГРУНТУ <i>Теслюк В. В., Івашина М. Б., Черченко В.В.</i>	188
52. ОБГРУНТУВАННЯ ОПЕРАЦІЇ СІВБИ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ ПО ГРЕБЕНЕВІЙ ТЕХНОЛОГІЇ <i>Теслюк В. В., Ікальчик М. І., Якубовський О. В.</i>	190
53. АНАЛІЗ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ КОПРА АПАРАТА ВОДІННЯ КОРЕНЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ <i>Теслюк В. В., Барановський В. М., Швора В. О.</i>	192
54. АНАЛІЗ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ГРУНТООБРОБНОГО ЗНАРЯДДЯ <i>Теслюк В. В., Пономаренко О. В., Рабенко О. В.</i>	194
55. АКТУАЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ГРИБНИХ ПОЛІСАХАРИДІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР <i>Теслюк В. В., Ковбасенко В. М., Ярошук А. Г.</i>	195
56. ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ГРИБНИХ ПОЛІСАХАРИДІВ <i>Теслюк В. В., Ковбасенко В. М., Ярошук А. Г.</i>	197
57. ТЕХНІЧНИЙ ЗАСІБ ДЛЯ МЕХАНІЗОВАНОГО ВИКОПУВАННЯ КОРЕНЕВИЩ МІСКАНТУСУ <i>Погорілий С. П., Присяжний В. Г.</i>	199
58. МЕХАНІКА КОНСТРУКЦІЇ ГВИНТОВОЇ ПАРИ ВАНТАЖОПІДЙОМНОГО ПРИСТРОЮ <i>Рибалко В. М.</i>	201

## Секція

### Механіко-технологічні процеси, робочі органи та машини для тваринництва

1. ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТИМУЛОВАЛЬНОГО ДОЇЛЬНОГО АПАРАТА  
*Білецький В. Р., Осипчук О. М.* 204
2. ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙНОЇ СХЕМИ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЗНЕШКОДЖЕННЯ ВИБУХОВИХ ПРЕДМЕТІВ НА ПАСОВИЩАХ  
*Хмельовський В. С.* 207
3. РОЗРОБКА ЛАБОРАТОРНОЇ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗМІШУВАЧА ФЕРМЕНТОРА КОРМІВ  
*Куликівський В. Л., Острогляд В. О.* 210
4. МОНТАЖ І ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМУ РОБОТИ ОСВІТЛЮВАЛЬНО-АЕРАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ В БІОФІЛЬТРИ  
*Міненко С. В., Островський С. В.* 213
5. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЛАБОРАТОРНА УСТАНОВКА ПОШАРОВОГО НАМОРОЖУВАННЯ ЛЬОДУ  
*Міненко С. В., Циганенко В. М.* 215
6. ЗАСТОСУВАННЯ ВІБРОМЛІНА ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ СУХИХ КОРМІВ  
*Солона О. В.* 219
7. ВИКОРИСТАННЯ ВИСОКОПОЖИВНИХ КОРМІВ У ТВАРИННИЦЬКІЙ ГАЛУЗІ  
*Полєвода Ю. А.* 223
8. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПНЕВМОВТРАТ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ФОРМИ КАНАЛІВ ПОВІТРЯНОГО ТЕПЛООБМІННИКА ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ  
*Яронуд В. М.* 226

9. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПАНДЕРА КОРМІВ  
*Алієв Е. Б., Лінко М. О.* 229
10. ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ ВІЗКІВ-ПІДБИРАЧІВ ПРИ  
ЗАГОТІВЛІ СТЕБЛОВИХ КОРМІВ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА  
ВИСОКОПОЖИВНОЇ БІЛКОВО-ВІТАМІННОЇ ПАСТИ ТА ЖОМУ  
*Холодюк О. В.* 232
11. ОЦІНКА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДІЙКОВОЇ  
ГУМИ ЗА ПРОДУКУВАННЯ МОЛОКА  
*Заболотько О. О., Гаврилко А. В.* 235

### *Секція*

#### *Смарт-технології машиновикористання, інженерний менеджмент, технічний сервіс*

1. ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ВИПРОБУВАННЯ ЖНИВАРКИ  
КОРМОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА  
*Гненюк М. В.* 239
2. ІМІТАЦІЙНА 3D МОДЕЛЬ ВИПРОБУВАННЯ КАБІНИ  
ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА  
*Симан І. В.* 242
3. ENGINEERING MANAGEMENT OF HYDRAULIC SYSTEMS  
OF MACHINES FOR HORTICULTURE  
*Derkach I. O.* 244
4. ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТЕХНІКИ ДЛЯ ГРУНТОЗАХИСНОГО  
ЗЕМЛЕРОБСТВА  
*Шатров Р. В.* 246
5. PERSPECTIVES OF MACHINE TIME BETWEEN THE MOMENTS  
OF APPEARANCE OF SERVICE REQUIREMENTS FOR GRAIN  
HARVESTERS COMBINES  
*Nichay I. M.* 250
6. ENGINEERING MANAGEMENT OF ECOLOGICAL FEATURES  
OF APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS  
*Ishchenko V. V.* 252

7. ЧИННИКИ ВПЛИВУ НА ПОКАЗНИКИ МАШИНОВИКОРИСТАННЯ САМОХІДНИХ ОБПРИСКУВАЧІВ <i>Любченко І. С.</i>	254
8. INCREASING THE COMPETITIVENESS OF MASS GRAIN HARVESTER COMBINES <i>Shatrov R. R.</i>	258
9. SMART TECHNOLOGIES IN AGRICULTURE <i>Nadtochiy O. V.</i>	259
10. MODERN INTEGRATION OF SMART TECHNOLOGY IN FARMING <i>Kalinichenko D. Yu.</i>	261
11. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ЕНТРОПІЇ МОДЕЛІ SMART ТЕХНОЛОГІЇ ДІАГНОСТУВАННЯ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ <i>Вельгас О. В.</i>	262
12. ПРИНЦИПИ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНО- ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТОЧНОГО (КЕРОВАНОГО) ЗЕМЛЕРОБСТВА <i>Кравчук В. І., Комісаренко О. С., Баранов Г. Л.</i>	264
13. ПОЛЬОВІ ВИПРОБУВАННЯ АГРЕГАТУ ДЛЯ ВНУТРІШНЬОГРУНТОВОГО КОМПЛЕКСНОГО МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ ҐРУНТУ З ОДНОЧАСНОЮ СІВБОЮ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР <i>Петриченко Є. А., Герук С. М.</i>	267
14. ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СУЧАСНОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ <i>Диня В. І.</i>	270
15. АНАЛІЗ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ КРІПЛЕННЯ ЗМІННИХ ЗНОСОСТІЙКИХ ЕЛЕМЕНТІВ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ <i>Василенко М. О., Буслаєв Д. О., Калінін О. Є., Кононогов Ю. А., Батуревич Є. О.</i>	273

16. СТАН І НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ  
ВІДНОВЛЕННЯ ТА ЗМІЦНЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ТЕХНОЛОГІЧНОГО  
ОБЛАДНАННЯ ЦУКРОВОГО ВИРОБНИЦТВА  
*Білецький В. Р., Сікун В. С.* 274
17. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТРИБОЛОГІЧНИХ  
ХАРАКТЕРИСТИК ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛЬНОГО З ПРИСАДКОЮ  
ПТЛМ  
*Білецький В. Р., Заречний А. А.* 277
18. СТАН ПРОБЛЕМИ ДОСЯГНЕННЯ ЕФЕКТУ  
САМОЗАГОСТРЮВАННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ  
ҐРУНТООБРОБНИХ МАШИН  
*Борак К. В., Умінський О. В., Сидорчук-Шмідт С. Д.* 280
19. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ НА ЗНОШУВАННЯ  
ВІДНОВЛЕНИХ ЛЕМІШІВ  
*Тіхонов О. В., Горшков М. В.* 283
20. УЛЬТРАЗВУКОВА ОБРОБКА ВАЖКОГО ПАЛИВА  
*Грабар І. Г., Нахаєв М. П.* 285
21. КОНСТРУКЦІЯ БІМЕТАЛІЗОВАНОЇ ГІЛЬЗИ ЦИЛІНДРІВ І  
РОБОТИ ПАРИ ТЕРТЯ "ПОРШНЕВЕ КІЛЬЦЕ-ГІЛЬЗА"  
*Дерев'янка Д. А., Ящук В. О.* 288
22. АНАЛІЗ ВІДОМИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ЕКСПОЗИЦІЄЮ  
СУШІННЯ  
*Дерев'янка Д. А., Онищук В. О.* 290
23. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ  
РОЗПИЛЮВАЧІВ ФОРСУНОК МИЙНИМ РОЗЧИНОМ В  
УЛЬТРАЗВУКОВОМУ ПОЛІ  
*Білецький В. Р., Павленко О. А.* 293
24. ФАКТОРИ ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ  
ВИКОРИСТАННЯ ДИСКОВИХ ГАЛЬМ  
*Загурський А. О.* 295
25. ВПЛИВ ШУНГІТУ НА ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ  
ВІДНОВЛЕНИХ ПОКРИТТІВ НАПЛАВЛЕННЯМ  
*Рибалко І. М., Лукаш В. С.* 298

26. МЕТОДИКА ТА ОЦІНКА ВИМІРЮВАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ  
МІКРОТВЕРДОСТІ У  $\gamma$ -Fe  
*Рибалко І. М., Маринченко О. С.* 300
27. БУДОВА І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ВДОСКОНАЛЕНОЇ  
МИЙНОЇ УСТАНОВКИ  
*Міненко С. В., Дячук В. С.* 303
28. ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА СПОСОБІВ РЕМОНТУ РОБОЧИХ  
ПОВЕРХНОСТЕЙ ДИСКОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ  
*Тихонов О. В., Ніжанковський Я. С.* 306
29. ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТА МЕТОДИКА РЕМОНТУ  
ГІДРОПІДЖИМНОЇ МУФТИ  
*Рибалко І. М., Ольшевський В. В.* 307
30. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СЕРЕДОВИЩА БІОДИЗЕЛЯ НА  
ЗНОСОСТІЙКІСТЬ СПРЯЖЕНИХ ПАР ТЕРТЯ  
*Тихонов О. В., Пономарьова В. В.* 309
31. РЕКОМЕНДАЦІЇ З ПІДГОТОВКИ ПОВЕРХНІ ДЕТАЛЕЙ ДЛЯ  
НАНЕСЕННЯ ПЛАЗМОВИХ ПОКРИТТІВ ТЕРМОАБРАЗИВНИМ  
ІНСТРУМЕНТОМ  
*Савченко В. М., Ткачук В. О., Хоменко С. М.* 312
32. ТРАЄКТОРІЇ РУХУ АГРЕГАТУ ПО ПОЛЮ  
*Калнагуз О. М., Сіренко Ю. В.* 315
33. ENSURING THE RELIABILITY OF HYDRAULIC SYSTEMS OF  
MOBILE EQUIPMENT WHEN USING BIOLOGICAL FLUIDS  
*Zhuravel D. P.* 317
34. ЗАСТОСУВАННЯ ВИСОКОМІЦНОГО ЧАВУНУ ПРИ  
ЗМІЦНЕННІ ЛЕМІШІВ ПЛУГА, ЗА РАХУНОК ФОРМУВАННЯ  
ЗНОСОСТІЙКОГО ШАРУ НА РІЖУЧІЙ ПОВЕРХНІ  
*Добранський С. С., Бучко І. О., Руденко В. Г., Смик В. С.* 320
35. ДОДАТКОВИЙ ТЕХНІЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ В СУЧАСНИХ  
ТЕХНОЛОГІЯХ РОСЛИННИЦТВА  
*Мироненко В. Г.* 323



36. КОНСТРУКТИВНІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ТЕРМІНУ СЛУЖБИ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ШНЕКІВ <i>Мельник О. П.</i>	325
37. НАДІЙНІСТЬ ЗАСОБІВ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ І РОЗДАВАННЯ КОРМІВ ЯК СКЛАДОВА СИСТЕМИ ТОЧНОГО ТВАРИННИЦТВА <i>Новицький А. В.</i>	328
38. МІКРОСТРУКТУРНИЙ АНАЛІЗ ПІДПОВЕРХНЕВОЇ ДЕФОРМАЦІЇ, ВИКЛИКАНОЇ РІЗАННЯМ, В РЕЗУЛЬТАТІ РІЗНИХ КОМБІНАЦІЙ ТЕПЛОВИХ І МЕХАНІЧНИХ ВПЛИВІВ <i>Паладійчук Ю. Б., Телятник І. А.</i>	331
39. СПОСІБ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ТА ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТУ ТЕРТЯ <i>Бучко І. О., Руденко В. Г., Добранський С. С., Шут Д. П.</i>	334
40. ВПЛИВ ТЕПЛОВОГО ПОЛЯ НА МЕЖІ КОТАКТУВАННЯ ІНСТРУМЕНТУ-ЗАГОТОВКИ ПРИ МЕХАНІЧНІЙ ОБРОБЦІ <i>Телятник І. А.</i>	336
41. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОСУ ДИСКІВ ГРУНТООБРОБНИХ АГРЕГАТІВ <i>Степченко С., Войновський В.</i>	339
42. МЕХАНІЧНЕ ТРАВМУВАННЯ ЗЕРНА ПРИ ЗБИРАННІ <i>Кузьмич А. Я, Анеляк М. М.</i>	342
43. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ <i>Хворост Т. В., Омельченко Є. М.</i>	344
44. МАШИНОВИКОРИСТАННЯ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА <i>Корх М. В.</i>	346
45. WAYS TO PREVENT COMBINE HARVESTER FIRES ARISING FROM HEAT GENERATION PROCESSES <i>Myronchuk D. P.</i>	348
46. ANALYSIS OF ADAPTATION TO MACHINE USE OF MODERN SELF-PROPELLED SPRAYERS <i>Savrak M. B.</i>	350

47. CONCEPTUAL BASIS OF SMART TECHNOLOGIES OF MACHINE USE OF AGRICULTURE <i>Vasylyuk V. I.</i>	354
48. LOGICAL COMPARISON BETWEEN DATALOGICAL AND INFOLOGICAL APPROACHES OF SMART TECHNOLOGIES OF MACHINE USE OF AGRICULTURE <i>Ikalchuk M. I.</i>	357
49. ENGINEERING MANAGEMENT OF DIAGNOSTICS OF COMPLEX TECHNICAL SYSTEMS OF AGRICULTURAL MACHINERY <i>Yevtushenko V. D.</i>	359
50. АНАЛІТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ КОРИГУВАННЯ РЕЖИМІВ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ <i>Тітова Л. Л.</i>	362
51. ДІАГНОСТУВАННЯ ДИСБАЛАНСУ ОБЕРТОВИХ ДЕТАЛЕЙ ГІДРОСТАТИЧНОЇ ТРАНСМІСІЇ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА <i>Задорожнюк Д. В.</i>	366
52. MEANS OF SMART TECHNOLOGY FOR DETERMINING LOSSES OF GRAIN AFTER DIRECT COMBINING <i>Stetsyuk S. V.</i>	369
53. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ІНЖЕНЕРНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ МАШИНОВИКОРИСТАННЯ ВИРОБНИЦТВА ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ <i>Коберник М. О.</i>	371
54. РОЗПОДІЛ ВІДМОВ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ <i>Швидун О. В.</i>	373
55. МЕТОДИКА ПРИСКОРЕНИХ ВИПРОБУВАНЬ ЗАХИСНИХ КОМПОНЕНТ ДЕТАЛЕЙ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ У КОРОЗІЙНО-АКТИВНИХ РОЗЧИНАХ <i>Кузьмич І. М.</i>	374

56. STAND FOR TESTING DIAGNOSTIC PARAMETERS IN GRAIN COMBINE ENGINES USING VIDEO-ENDOSCOPE <i>Grubrin O. M.</i>	376
57. ENGINEERING MANAGEMENT CARTOGRAPHING THE INTEGRATED YIELD PRODUCTIVITY <i>Yevdokimenko T. S.</i>	377
58. АНАЛІТИЧНЕ ПОЛОЖЕННЯ ТРУДОМІСТКОСТІ ПІДТРИМАННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ <i>Гнатюк О. Ф.</i>	379
59. ENGINEERING MANAGEMENT OF SYSTEMATIZATION OF STRUCTURE OF ELEMENT BASE OF AGRICULTURAL MACHINES <i>Gavrilyuk V. V.</i>	382
60. МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ АГРОТЕХНІКИ ВИРОБНИЦТВА ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР СИСТЕМОТЕХНІКИ РОСЛИННИЦТВА <i>Сівак І. М.</i>	383
61. ELEMENT BASE OF SMART TECHNOLOGIES FOR DETERMINING GRAIN LOSSES BY COMBINE HARVESTER <i>Rogovskii I. L.</i>	388

## Секція

### *Транспортні технології та логістика*

1. АСПЕКТИ ТРАНСПОРТНОЇ АГРОЛОГІСТИКИ ТА ЇЇ СКЛАДОВИХ В УМОВАХ РОБОТИ УКРАЇНСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ <i>Бондарев С. І.</i>	392
2. ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ АВТОПЕРЕВІЗНИКІВ ТА ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ЇХ ЗАХИСТУ <i>Бондарев С. І.</i>	394

3. УДОСКОНАЛЕННЯ ЛОГІСТИЧНОГО ЛАНЦЮГА ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ ВАНТАЖІВ ПРОДОВОЛЬЧОЇ ГРУПИ ВАНТАЖІВ <i>Бондарев С. І.</i>	398
4. УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ХЛІБА ТА ХЛІБОБУЛОЧНИХ <i>Бондарев С. І.</i>	400
5. ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНИХ ПРОЦЕСІВ ПАСАЖИРСЬКИХ АВТОПЕРЕВЕЗЕНЬ <i>Бондарев С. І.</i>	402
6. LOGISTICS SYSTEM FOR THE SUPPLY OF PERISHABLE FOOD PRODUCTS <i>Zagurskiy O. M.</i>	407
7. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ЗБИРАННІ ВРОЖАЮ В ПІКОВІ ПЕРІОДИ АГРАРНОГО ВИРОБНИЦТВА <i>Науменко О. А., Лук`яненко В. М.</i>	410
8. STRUCTURE DIAGRAM OF GPS TECHNOLOGY CONTROL OF TRANSPORT OPERATION OF GRAIN TRANSPORTATION FROM FIELD <i>Voronkov O. A.</i>	413

## Секція

### *Історія аграрної освіти і науки*

1. ЗЕРНОЗБИРАЛЬНІ КОМБАЙНИ: ІСТОРІЯ СТВОРЕННЯ <i>Деркач І. О., Деркач О. П.</i>	414
2. ПЕРЕДІСТОРІЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ЗРАЗКОВОГО НАВЧАЛЬНО- ДОСЛІДНОГО ГОСПОДАРСТВА «ЗАТИШШЯ» КИЇВСЬКОГО ПОЛІТЕХНІЧНОГО ІНСТИТУТУ (1898 – 1900 рр.) <i>Анненков І. О., Анненкова Н. Г.</i>	417

3. ВНЕСОК ІНСТИТУТІВ АН УРСР У РАКЕТНУ НАУКУ І  
ТЕХНІКУ (1951-1957)  
*Литвинко А. С.* 420
4. ГІДРОМЕЛІОРАЦІЙНА ДІЯЛЬНІСТЬ ПРОФЕСОРА ВАСИЛЯ  
ІВАНОВИЧА АЛЬБИЦЬКОГО НА ПОЛТАВЩИНІ В КІНЦІ ХІХ НА  
ПОЧАТКУ ХХ СТОРІЧЧЯ  
*Панасюк А. О.* 423
5. ПОЛЬОВА ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН ЯК НАПРЯМ ДОСЛІДЖЕНЬ  
НАУКОВОЇ ШКОЛИ Є.П. ВОТЧАЛА  
*Солдатова Г. В.* 427
6. ПРОФЕСОР ТОМАШ РИЛЬСЬКИЙ (15.09.1838-15.08.1924) –  
ОДИН З ОСНОВОПОЛОЖНИКІВ ЗЕМЛЕРОБСЬКОЇ МЕХАНІКИ  
ДРУГОЇ ПОЛОВИНИ ХІХ ст.  
*Клименко М. Б.* 429

ISBN 978-617-8102-06-7

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ  
XXIV МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
"Сучасні проблеми землеробської механіки"  
(17–19 жовтня 2023 року)  
присвяченій 123 річниці з дня народження академіка  
Петра Мефодійовича Василенка,  
125-й річниці з дня заснування кафедри  
сільськогосподарських машин та системотехніки імені  
академіка П. М. Василенка**

*Відповідальні за випуск:*

*І.Л. Rogovskiy* – завідувач кафедри технічного сервісу та  
інженерного менеджменту імені  
М. П. Момотенка НУБіП України.

*Редактор – І. Л. Rogovskiy.*

*Дизайн і верстка – кафедра технічного сервісу та інженерного  
менеджменту імені М. П. Момотенка НУБіП України.*

*Адреса – 03041, Україна, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 12<sup>б</sup>, НУБіП  
України, навч. корп. 11, кімн. 208.*

---

Підписано до друку 16.10.2023. Формат 60×84 1/16.  
Папір Maestro Print. Друк офсетний. Гарнітура Times New Roman  
та Arial. Друк. арк. 1,6. Ум.-друк. арк. 1,7. Наклад 150 прим.  
Ум.-друк. арк. 14,42. Наклад 150 прим.  
Зам. № 17111 від 12.10.2023.

---

© НУБіП України, 2023.

---