

МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНА НАУКОВА УСТАНОВА
«УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ ПРОГНОЗУВАННЯ ТА
ВИПРОБУВАННЯ ТЕХНІКИ
І ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА
ІМЕНІ ЛЕОНІДА ПОГОРІЛОГО»
(УКРНДПВТ ІМ. Л. ПОГОРІЛОГО)

**Науково-технічні засади розроблення,
випробування та прогнозування
сільськогосподарської техніки і технологій**

Матеріали
XXIV Міжнародної наукової конференції,
присвяченої 90-річчю від дня народження
Леоніда Погорілого

13 вересня 2024 року

Дослідницьке – 2024

УДК 005.745:631:3:(043.2)

Організатор конференції: Державна наукова установа «Український науково-дослідний інститут прогнозування та випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва імені Леоніда Погорілого» (УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого).

Наукові доповіді XXIV Міжнародної наукової конференції «Науково-технічні засади розроблення, випробування та прогнозування сільськогосподарської техніки і технологій», присвяченої 90-річчю від дня народження Леоніда Погорілого, 13 вересня 2024 року, УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого; Україна, Дослідницьке, 2024. – 176 с.

Наукові доповіді подано в авторській редакції.

У збірнику наукових доповідей наведено результати обговорення проблем прогнозування, конструювання, випробування сільськогосподарської техніки та обладнання, питання розвитку новітніх технологій в АПК, їх дослідження та управління.

ISBN 978-617-657-097-4

**Науково-технічні засади розроблення, випробування та
прогнозування сільськогосподарської техніки і технологій**

**Матеріали
XXIV Міжнародної наукової конференції**

13 вересня 2024 року

УДК 005.745:631:3:(043.2)

ISBN 978-617-657-097-4

© УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, 2024.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Головний редактор – Халін С., канд. екон. наук
(УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого)

Заступник головного редактора – Гайдай Т., канд. техн. наук
(УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого)

Відповідальний секретар – Майданович Н., канд. геогр. наук
(УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого)

Члени редакційної колегії

Баранов Г., д-р. техн. наук, проф. (Національний транспортний університет)

Вахній С., д-р. с.-г. наук, проф., (Білоцерківський НАУ)

Ветохін В., д-р техн. наук, проф. (Полтавський ДАУ)

Войтюк Д., канд. техн. наук, проф., чл.-кор. НААНУ (НУБіП України)

Гадзало Я., д-р. с.-г. наук, акад. НААНУ (НААН України)

Голуб Г., д-р. техн. наук, проф. (НУБіП України)

Занько М., канд. техн. наук (УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого)

Камінський В., д-р. с.-г. наук, акад. НААНУ (ННЦ «Інститут землеробства НААНУ»)

Карпук Л., д-р. с.-г. наук, проф., (Білоцерківський НАУ)

Кангалов П., д-р. техн. наук, проф. (Русенський університет ім. Ангела Кинчева, Болгарія)

Коробко А., д-р техн. наук, доц., (Харківська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого)

Кюрчев В., д-р. техн. наук, проф., чл.-кор. НААНУ (Таврійський ДАТУ)

Лебедев С., канд. техн. наук, (Харківська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого)

Лиховид П., канд. с.-г. наук (Інститут зрошуваного землеробства НААНУ)

Малярчук В., канд. с.-г. наук (Південно-Українська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого)

Малярчук М., д-р. с.-г. наук (Інститут зрошуваного землеробства НААНУ)

Махалек А., канд. техн. наук (Інститут сільськогосподарського машинобудування Праги, Чехія)

Михайлов Н., д-р. техн. наук, проф. (Русенський університет ім. Ангела Кинчева, Болгарія)

Новохацький М., канд. с.-г. наук, доц. (УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого)

Роговський І., д-р. техн. наук, проф. ((НУБіП України)

Смоляр В., канд. с.-г. наук (УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого)

Фіала М., д-р. с.-г. наук, проф. (Університет Мілана, Італія)

Шевченко І., д-р. техн. наук, д-р хабілітат (Польща), проф., чл.-кор. НААНУ (Інститут олійних культур НААНУ)

Шустік Л., канд. техн. наук (УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого)

Щепаняк Я., д-р техн. наук, проф. (Дослідницька мережа Лукасевич ППМР, Польща)

Яцкул А., канд. техн. наук, (Політехнічний Інститут UniLaSaalle, Франція)

ЗМІСТ

СВІТЛІЙ ПАМ'ЯТІ АКАДЕМІКА ЛЕОНІДА ПОГОРІЛОГО.....	7
<i>СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА ТЕХНІКА ТА ОБЛАДНАННЯ: ПРОГНОЗУВАННЯ, КОНСТРУЮВАННЯ, ВИПРОБУВАННЯ</i>	
<i>Єременко О., Халін С.</i> НАПРЯМКИ ТЕХНІЧНОГО УДОСКОНАЛЕННЯ ПРЕСУВАЛЬНОГО ВУЗЛА МАТРИЧНОГО ГРАНУЛЯТОРА.....	14
<i>Погорілий В., Козярук Л.</i> ДИНАМІКА ТЯГОВОГО ЗУСИЛЛЯ ТРАКТОРА JOHN DEER З РІЗНИМ ТИПОМ РУШІЯ.....	20
<i>Бардадим О., Сова Н., Мельник М.</i> СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ОН-ЛАЙН ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ОЛІЙНОЇ СИРОВИНИ.....	25
<i>Коробко А., Погорілий В., Шеїн В.</i> ЗАСТОСУВАННЯ ПРИНЦИПІВ КІНЕМОДИНАМІКИ ДО ТЯГОВИХ ВИПРОБУВАНЬ МОБІЛЬНИХ МАШИН.....	29
<i>Денисенко М., Лісовський Л., Дев'ятко О., Андрощук А., Дорошкевич Я., Драчук О.</i> ЛАЗЕРНЕ ЗМІЦНЕННЯ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ.....	35
<i>Манойло В., Гончаров С., Пігарев Д., Стрижак Г., Козлов Ю.</i> ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ РЕГУЛЮВАННЯ ПОДАЧІ ГАЗУ В ГАЗОДИЗЕЛЯХ З НАСОС-ФОРСУНКАМИ МЕХАНІЧНОГО ТИПУ.....	41
<i>Халін С., Шустік Л., Новохацький М.</i> РЕСУРСОЩАДНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР: КОМПЛЕКСИ МАШИН.....	47
<i>Тесленко О., Чепіжний А.</i> ОСНОВНІ ПРИЧИНИ ПОШКОДЖЕНЬ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ В АПК.....	49
<i>Макаренко М., Погорілий В.</i> ВИПРОБУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ: ПРОБЛЕМИ ТА РІШЕННЯ.....	52
<i>Думич В.</i> ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ МАШИН ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ ГІЛКОВО-СТОВБУРНОЇ БІОМАСИ.....	56
<i>Калінін Є., Лемішко Д., Козлов Ю.</i> ПОПЕРЕЧНІ КОЛИВАННЯ КОЛІСНОГО БЕЗРЕСОРНОГО ТРАКТОРА.....	64
<i>Мельник С., Кошулько В., Мельник М.</i> СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ДОМІШОК У ОЛІЙНІЙ СИРОВИНІ.....	69

<i>Блезнюк О., Ковальов О., Авраїмов В.</i>	
ФОРМУВАННЯ СТРАТЕГІЇ З ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНІКО-КОНСТРУКЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ КУЛЬТИВАТОРНОЇ ЛАПИ.....	73
<i>Погорілий В., Муха В.</i>	
ТЕСТУВАННЯ ЗАХИСНИХ КОНСТРУКЦІЙ УКРАЇНСЬКОГО ЕСКАВАТОРА-НАВАНТАЖУВАЧА ELEX-81.....	81
<i>Шелест М., Мясущка М.</i>	
СИСТЕМА ПРИПОСІВНОЇ ІНОКУЛЯЦІЇ, ДОСЛІД ОПТИМАЛЬНОГО ТИСКУ ТА ДІАМЕТРА ФОРСУНКИ.....	84
<i>Денисенко М., Лісовський Л., Дев'ятко О., Нагорний М., Дераков Н.</i>	
УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ПРИГОТУВАННЯ КОРМІВ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА НА БАЗІ РОТОРНИХ І МОЛОТКОВИХ ПОДРІБНЮВАЧІВ.....	88
<i>Калінін Є., Костюк С., Лебедев С.</i>	
РОЗПОДІЛ НОРМАЛЬНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА КОЛЕСА ТРАКТОРА ТИПУ 4x4 НА ПОВОРОТІ.....	94
<i>Колеснік Ю., Козлов Ю.</i>	
АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ЩОДО ЗНИЖЕННЯ ВІБРОНАВАНТАЖЕНОСТІ ОПЕРАТОРА ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ.....	99

НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ В АПК: ДОСЛІДЖЕННЯ ТА УПРАВЛІННЯ

<i>Лиховид П.</i>	
ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК МІЖ НОРМАЛІЗОВАНИМ ДИФЕРЕНЦІЙНИМ ВЕГЕТАЦІЙНИМ ІНДЕКСОМ НА ПОСІВАХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР І МЕТЕОРОЛОГІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ.....	105
<i>Келемеш А., Бурлака О., Іванкова О.</i>	
ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА: ОСНОВНІ ЕТАПИ ТА ВИКЛИКИ.....	108
<i>Майданович Н., Майданович В.</i>	
ОЦІНКА ТОЧНОСТІ ПРОГНОЗІВ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР.....	115
<i>Думич В.</i>	
ПОЗАКОРЕНЕВЕ ПІДЖИВЛЕННЯ СОЇ КОМПЛЕКСОМ МІКРОДОБРИВ І СТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ.....	121
<i>Новохацький М., Ненужний О.</i>	
ВПЛИВ СИСТЕМИ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА БІОЛОГІЧНУ ВРОЖАЙНІСТЬ ГОРОХУ ПОСІВНОГО ТА ЇЇ СТРУКТУРУ.....	127
<i>Козак Л., Панченко Т.</i>	
ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ПІД ВПЛИВОМ ФІЗІОЛОГІЧНО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН.....	131

<i>Борисенко В., Борисенко Д.</i>	
ПОРІВНЯЛЬНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПОЛЬОВИХ АГРЕГАТІВ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ НА ОСНОВІ БАЗ ЗНАНЬ ЦИФРОВОЇ ЕКОНОМІКИ.....	136
<i>Ляшенко С.</i>	
РОЗРОБЛЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ АГРЕГАТУ ДЛЯ ВНУТРІШНЬОГРУНТОВОГО СТРІЧКОВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР.....	143
<i>Халін С., Занько М., Гайдай Т., Степченко С., Лень О.</i>	
ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ БАРАБАННОЇ МОЛОТИЛЬНО-СЕПАРУЮЧОЇ СИСТЕМИ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА.....	149
<i>Шувар А., Панькевич В., Грохольська Т., Сало Я., Думич В.</i>	
ВИРОЩУВАННЯ БІОМАСИ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ВЕРБИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА В ЗАХІДНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ.....	155
<i>Малярчук В., Ревтьо О., Малярчук А.</i>	
ОБРОБІТОК ҐРУНТУ ПІД ПОСІВИ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ПІСЛЯ РІЗНИХ ПОПЕРЕДНИКІВ НА ЗЕМЛЯХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ.....	160
<i>Maidanovych N.</i>	
DESERTIFICATION PROCESS POSSIBILITY IN SOUTHERN REGIONS OF UKRAINE.....	165
<i>Амосов В., Васильковський О., Богуславський А., Ветохін В.</i>	
ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ДИНАМІЧНОГО ТЕРТЯ НАСІННЯ ЛАВАНДИ.....	167
<i>Тесленко О., Лебедева І.</i>	
ВПЛИВ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ РІЗНИМИ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ ҐРУНТООБРОБНИХ МАШИН НА ВИКИДИ CO ₂	172



СВІТЛИЙ ПАМ'ЯТІ АКАДЕМІКА ЛЕОНІДА ПОГОРІЛОГО

13 вересня 2024 року виповнюється 90 років від дня народження Леоніда Володимировича Погорілого – видатного вченого випробувача, доктора технічних наук, професора, академіка Української академії аграрних наук, Російської академії сільськогосподарських наук, Академії інженерних наук України, заслуженого діяча науки і техніки України, фундатора системи випробувань сільськогосподарської техніки в Україні.

Випробування. Прогнозування. Сільськогосподарська техніка. Новітні агротехнології. Системний підхід. Сільськогосподарське машинобудування. Ці слова є ключовими, якщо йдеться про академіка Леоніда Володимировича Погорілого. Його життя та наукова діяльність нерозривно пов'язані з цими поняттями.

Народився Леонід Володимирович Погорілий у 1934 році в селі Черепин, що в Тетіївському районі на Київщині, в сім'ї сільських вчителів. У 1953 році закінчив П'ятигірську середню школу зі срібною медаллю. В період 1953-1958 рр. Леонід – студент факультету механізації сільського господарства Української сільськогосподарської академії. Отримавши диплом інженера-механіка з відзнакою, молодий фахівець одержує направлення до Української машиновипробувальної станції. Треба зазначити, що за 45 років свого трудового стажу Л. В. Погорілий жодного разу не змінював місце роботи, тобто усе своє

трудове життя віддав одній науково-випробувальній установі, змінюючи лише посади: від інженера до генерального директора.

20 липня 1958 року – початок трудової діяльності Л.В. Погорілого в УкрМВС, що на Київщині. Молодий інженер активно включається в процес випробувань й становлення випробувальної справи, бере участь в розробці перших варіантів методик випробувань машин для вирощування та збирання цукрових буряків. Завдяки своїй ерудиції, товариськості, заповзятливості він став неофіційним лідером серед молодшого покоління співпрацівників.

Становлення Л. В. Погорілого як науковця і випробувача пройшло у важкі повоєнні роки та період «Хрущовської відлиги» в 60-ті роки XX ст. під безпосереднім впливом академіка П. М. Василенка. За 1958-1976 роки Л. В. Погорілий опублікував 103 наукових праці, у тому числі понад 30 статей, які були присвячені вірогіднісним методам оцінки якості робочих органів машин, агрегатів, моделюванню сільськогосподарських технологічних процесів. У 1964 році він захистив кандидатську, а у 1976 році – докторську дисертації. За його активної участі в 1976 році на базі УкрМВС було створено Всесоюзний науково-дослідний інститут по випробуванню машин і обладнання для тваринництва і кормовиробництва, який він і очолив. Невдовзі ВНІВМОТ став відомим в країні та за кордоном центром, який розробляв науково-методичну базу та здійснював наукове керівництво 17-ма машиновипробувальними станціями колишнього Радянського Союзу – від Далекого Сходу до Прибалтики.

За період 1976-1991 років науковий спадок Л. В. Погорілого складає 157 наукових праць, в тому числі загальновизнані вітчизняним і світовим науковим загалом дев'ять монографій, присвячених системним методам випробувань та прогнозувань подальшого розвитку технологій і обладнання для сільськогосподарського виробництва. З точки зору історії розвитку науки і техніки в Україні основний внесок академіка Л. В. Погорілого за цей період його діяльності в розвиток машиновипробувань полягає не лише в розробленні науково-методичної бази, а й в еволюційному переході та доповненні функцій випробувань сільськогосподарської техніки від контрольо-каральних до творчих, тобто у прискоренні відпрацювання нової техніки та прогнозуванні напрямків її розвитку.

В цілому наукові роботи і організаційна діяльність Л. В. Погорілого в цей період дали можливість зберегти високий рівень випробування засобів механізації сільськогосподарського виробництва.

В складних економічних умовах академік Л. В. Погорілий багато працював над підвищенням рівня науково-методичної та технічної бази випробувань, розширював співробітництво з машинобудівними заводами та зарубіжними фірмами. Інститутом, який він очолював, були налагоджені тісні зв'язки зі спорідненими науковими та випробувальними установами держав Прибалтики, Чехії, Польщі, Угорщини, Італії, Франції, Німеччини, Великої Британії та США.

У період 1976-2003 рр. Л. В. Погорілий виступає як визнаний лідер у галузі машиновипробувань та розробки нової техніки для українського села, як гідний продовжувач наукової школи землеробської механіки академіка П. М. Василенка та як фундатор наукового напрямку з системних методів випробувань та прогнозування сільськогосподарської техніки і технологій.

Основними напрямками наукової діяльності академіка Л. В. Погорілого можна вважати: розроблення технічних засобів для механізації й електрифікації сільськогосподарського виробництва; розроблення методів, технічних засобів і обладнання для випробувань сільськогосподарської техніки; розроблення механізованих сільськогосподарських технологій; енергозбереження та екологізація сільськогосподарського виробництва; прогностно-аналітичні роботи щодо стану сільськогосподарського виробництва та перспектив його подальшого розвитку; історія науки і техніки в галузі машиновипробувань.

Л. В. Погорілий науково обґрунтував і втілював у вітчизняну практику випробувань прийоми системного аналізу, які дозволили значно підвищити як достовірність самих випробувань, так і подальше прогнозування розвитку механізованих агротехнологій і обладнання. Вчений передбачив необхідність та обґрунтував основні напрямки розроблення та випробування технічних засобів для забезпечення новітніх інформаційних та екологізованих сільськогосподарських технологій, зокрема: керованого землеробства, застосування біотехнологічних альтернатив захисту і удобрення рослин, використання поновлюваних джерел енергії тощо. Він встановив загальні закономірності розвитку

сільськогосподарської техніки, математично описав виробничі функції індустріального виробництва, а також визначив принципи формування і розвитку зональних систем машин. Ним розроблено та втілено у вітчизняну практику машиновипробувань основні методологічні положення організації прискорених стендових випробувань складних сільськогосподарських машин. За його ініціативою та безпосереднім керівництвом розроблено та виготовлено 17 стендів для прискорених випробувань.

З найкращих характеристичних якостей, властивих Леонідові Володимировичу, ті, хто знав його і працював з ним пліч-о-пліч, називають його надзвичайну людяність і прагнення безкорисливо допомагати всім – колегам, підлеглим, односельцям, а насамперед – всебічно підтримувати талановиту молодь, залучати її до наукових пошуків, заохочувати її досягнення: саме через це безліч визнаних вчених з вдячністю згадують про наукову школу Леоніда Погорілого – наукового керівника, консультанта, принципового, але безмежно людяного опонента, постійного члена кількох спеціалізованих рад по захисту докторських та кандидатських дисертацій, доброзичливого члена експертних рад ВАК України. Розуміння того, що в науці, як і в кожній серйозній справі, нема і не може бути дрібниць, виховувалося в кожному співробітникові всім устроєм життя і праці інституту. І з цим почуттям відповідальності за свою працю і за працю всього наукового колективу увійшли в життя вихованці погорілівської наукової школи. З його легкої руки ми маємо сьогодні цілу плеяду докторів і кандидатів технічних наук – еліти вищої школи, академічної науки та сьогоденного українського машинобудування, де вислів “школа Погорілого” житиме і визначатиме професіоналізм, інтелектуальні високості і нерозривне єднання теорії з практикою. Багато відомих в Україні та за її межами вчених, конструкторів, науково-технічних працівників вважають його своїм вчителем та наставником. Під його керівництвом підготовлено понад 20 кандидатських і 5 докторських дисертацій.

Слід відмітити, що Л. В. Погорілий все своє трудове життя працював у машиновипробувальній установі, до функцій якої не входить розроблення машин і обладнання, але як один із найяскравіших представників наукової школи академіка П. М. Василенка він вніс значний вклад в теорію конструювання

сільськогосподарських машин, розробив цілу низку методологічних підходів підвищення ефективності сільськогосподарської техніки, проектування і оцінювання біотехнічних систем у тваринництві. Крім того, Л. В. Погорілий ініціював розроблення новітніх технічних засобів для вирішення нагальних потреб сільськогосподарського виробництва України в кризових умовах.

Л. В. Погорілий ініціював і брав безпосередню участь в розробленні новітніх технологій і технічних засобів використання біотехнологічних альтернатив постіндустріального ведення сільськогосподарського виробництва, спрямованих на виробництво високоякісних органічних добрив (біогумусів) для санації і прискореного відновлення родючості ґрунтів. Це, насамперед, технології і обладнання для виробництва біогумусу шляхом вермикультивування, а також конструкції біогазових установок для отримання біогазу як енергоносія і високоякісних знезаражених органічних добрив.

Академік Л. В. Погорілий успішно вирішував практичні питання оптимального синтезу конструкційно-компонувальних рішень сільськогосподарської техніки, визначав шляхи підвищення її технологічних показників матеріало- і енергомісткості, розширення універсальності, підвищення надійності, досягнення високої продуктивності. Він обґрунтував системні критерії ефективності сільськогосподарських машин, технологічних ліній і комплексів та експлуатаційно-технологічні принципи побудови гнучких систем машин.

Л. В. Погорілий зробив значний і загальновизнаний внесок в розроблення індустріальних інтенсивних технологій сільськогосподарського виробництва. Вчений встановив загальні закономірності розвитку сільськогосподарської техніки і виробничих процесів, визначив і математично описав виробничі функції індустріального виробництва, а також визначив принципи формування і розвитку зональних систем машин.

За ініціативою академіка Л. В. Погорілого і під його керівництвом вперше в світі було розроблено національні нормативні документи, які регламентують методи випробувань машин і обладнання для забезпечення використання біотехнологічних альтернатив і поновлюваних джерел енергії в

сільськогосподарському виробництві, зокрема біогазових установок, вітро- і геліоенергетичних установок малої потужності, обладнання для виробництва ентомологічних і мікробіологічних препаратів захисту рослин. Наукові роботи Л. В. Погорілого в напрямку екологізації сільськогосподарського виробництва не обмежувались лише теоретичними розробками. За його ініціативою та безпосереднім керівництвом було розроблено, виготовлено, випробувано та рекомендовано до серійного виробництва низку спеціалізованого технологічного обладнання для екологізації: агрегат для підсіву трав та залуження орних земель, комбінований модульний агрегат для внесення біопрепаратів, обладнання для подрібнення і фракціонування біогумусу.

Л. В. Погорілий, вирішуючи агроекологічні проблеми, приділяв також увагу нетрадиційним джерелам енергії, які вважав одним із ефективних напрямків у сільськогосподарському виробництві України. З питань екологізації та енергозбереження вченим загалом опубліковано 26 наукових праць.

В кінці ХХ сторіччя, коли чітко окреслились технологічні та технічні проблеми переходу світового сільськогосподарського виробництва в постіндустріальний період, наукові розробки академіка Л. В. Погорілого в царині системного підходу до методології випробувань та конструювання сільськогосподарської техніки знайшли гідну оцінку світового наукового загалу.

28 вересня 2003 року на 69-му році Леонід Володимирович раптово пішов із життя.

Широта наукової ерудиції, глибоке проникнення у фізичну та філософську сутність техніки та її випробування, рідкісне поєднання таланту експериментатора-випробувача з високим інтелектом науковця-теоретика дають підстави вважати Леоніда Володимировича Погорілого належним до плеяди тих учених, які в ХХ столітті закладали основи випробувальної справи в Україні. Його життя та його праця – це яскравий зразок вірного служіння рідній землі та науці, яка вчить вирощувати та збирати все, що на українській ниві так щедро вродило. Інженер-механік за фахом, аграрій та випробувач за покликанням, Леонід Володимирович Погорілий назавжди залишиться взірцем, гідним наслідування для всіх прийдешніх

поколінь науковців-випробувачів, а колектив УкрНДІПВТ імені Леоніда Погорілого завжди буде пишатися тим, що носить його ім'я і гідно продовжує справу, якій він присвятив своє життя.

*СЕКЦІЯ 1. СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА ТЕХНІКА ТА ОБЛАДНАННЯ:
ПРОГНОЗУВАННЯ, КОНСТРУЮВАННЯ,
ВИПРОБУВАННЯ*

УДК 658.512.2-046.67:662.62

**НАПРЯМКИ ТЕХНІЧНОГО УДОСКОНАЛЕННЯ ПРЕСУВАЛЬНОГО
ВУЗЛА МАТРИЧНОГО ГРАНУЛЯТОРА**

Єременко О., канд. техн. наук, доцент, eremolex@nubip.edu.ua,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Халін С., канд. екон. наук,

ДНУ «УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого»

Вступ. Гранулювання біомаси паливного призначення в матричних грануляторах – це інтенсивне ущільнення попередньо подрібненої до 1-4 мм, висушеної до 8-15 % сировини. Ролики 3 (рис. 1) продавлюють біомасу крізь філь'єри матриці 2 [1, 2]. Перетворення сипкої біомаси у паливні вироби відповідає вимогам протікання процесу сухої екструзії [3]. При високих тисках до 90 МПа у філь'єрах між частинками біомаси виникає молекулярне зчеплення та відбувається інтенсивне тертя матеріалу об стінки, що супроводжується підвищенням температури гранул на виході до 80-105°C. Пружна деформація біомаси переходить у пластичну, а лігнін, температура плавлення якого становить близько 90°C, є зв'язувальною складовою у гранулах [2].

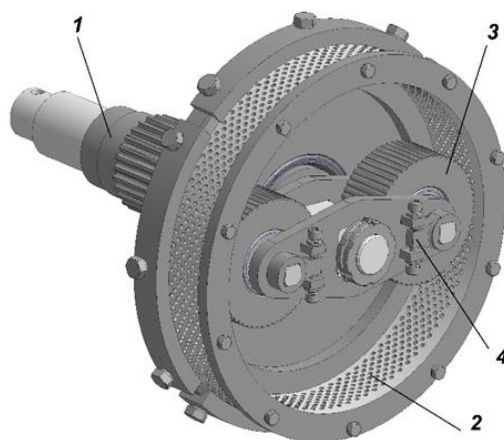


Рисунок 1 – Схема пресувального вузла гранулятора з кільцевою матрицею: 1 – вал привода матриці; 2 – матриця; 3 – ролик; 4 – механізм регулювання зазору

Отже, технологічний процес гранулювання біомаси у паливні вироби супроводжується відносно складними фізичними явищами. Велика кількість фірм випускають декілька типів грануляторів з кільцевими матрицями. Разом з цим, відомі конструкції пресувальних вузлів мають певні недоліки і потребують техніко-технологічного удосконалення [1, 2].

Мета роботи – підвищення ефективності пресувального вузла твердопаливного гранулятора шляхом удосконалення конструкції.

Матеріали і методи. Об'єктом даних досліджень є техніко-функціональна будова пресувального матрично-роликового вузла для гранулювання біомаси у пелети. Застосовані методи графоаналітичного і математичного моделювання з обґрунтуванням введених припущень виконання процесу.

Результати та обговорення. Процеси гранулювання супроводжуються інтенсивним тиском і тертям біомаси у філь'єрах та зносом їх поверхонь. Найбільшого поширення набули конструкції філь'єр з конусною входною частиною, що сприяє збільшенню «живого перетину» до 75 % [1, 2]. За результатами аналізу технічних розробок [1] встановлено, що кут конусної входної частини філь'єри зі значеннями від 10° до 80° суттєво не впливає на кінцеву щільність гранул. Відомо [1], що після експлуатації пресувального матричного вузла понад 1500 годин в результаті зносу поверхонь твірна лінія входної частини філь'єри набуває форму випуклої кривої, а знос циліндричної частини філь'єри практично відсутній. До основних параметрів філь'єр матриці належать їх діаметр та конфігурація входної частини [1, 2].

За технологічними вимогами нормативна довжина філь'єр сприяє ефективному формуванню гранул, забезпечує протитиск для отримання виробів заданої щільності, а також витримку біомаси під тиском протягом певного часу, необхідного для релаксації напружень. Зі зменшенням довжини філь'єр гранули виходять з матриці схильними до руйнування за причиною пружної післядії біомаси. Таким чином, зменшення довжини формуючого каналу філь'єри призводить до низької якості біопаливних гранул.

Проведений аналіз конструкційних рішень [4, 5] філь'єр матриць грануляторів сприяв вибору засобу-прототипу, що містить матрицю з філь'єрами,

які включають вхідну порожнину у формі усіченого конуса, циліндричну формуючу частину та пов'язану з нею вихідну тороїдальну порожнину. Таке конструкційне виконання пресувального каналу (філь'єри) прийнято за основу в наших дослідженнях.

Виявлені недоліки вищенаведеної конструкції філь'єри, а саме: при виготовленні кормових гранул вихідна частина філь'єри забезпечує поступове пружне розширення виробів і уникнення тріщин у гранулах. Проте, при виготовленні паливних гранул з сухої біомаси у більш жорсткому технологічному режимі значно важливішою є вимога збільшення експозиції гранул, що утворюються у стислому стані у філь'єрах, для повної релаксації напружень у готових виробах.

Завдання удосконалення вхідної частини філь'єри матриці полягало у підвищенні ефективності екструзії біомаси у філь'єрах, зменшенні зносу поверхонь вхідної частини філь'єри та зниженні енерговитрат процесу. Для цього запропонована вхідна частина філь'єри у формі об'ємної евольвенти, причому крива евольвенти кола плавно переходить без перегинів у циліндричну форму формуючого каналу. Технічна суть запропонованої вхідної частини філь'єри пояснюється на рис. 2.

Введено припущення, що твірна лінія зношеної вхідної частини 2 філь'єри після тривалої експлуатації описується за правилами побудови евольвенти [1, 4]. Для попередження додаткового опору та зносу вхідних поверхонь філь'єри приймаємо форму вхідної частини 2 як евольвенту 4 з плавним переходом поверхні вхідної частини 2 в циліндричну частину формуючого каналу 3 діаметром d (рис. 2).

Евольвента (розгортка) отримана як траєкторія точки прямої, що перекатується без ковзання по окружності, якою є коло (еволюта) 5 (рис. 2) з діаметром $D = 2d$ і розташоване верхньою кромкою (точка k_1) на лінії внутрішньої поверхні матриці 1 та центром - на відстані $2d$ від найближчої стінки формуючого каналу 3 [1, 4].

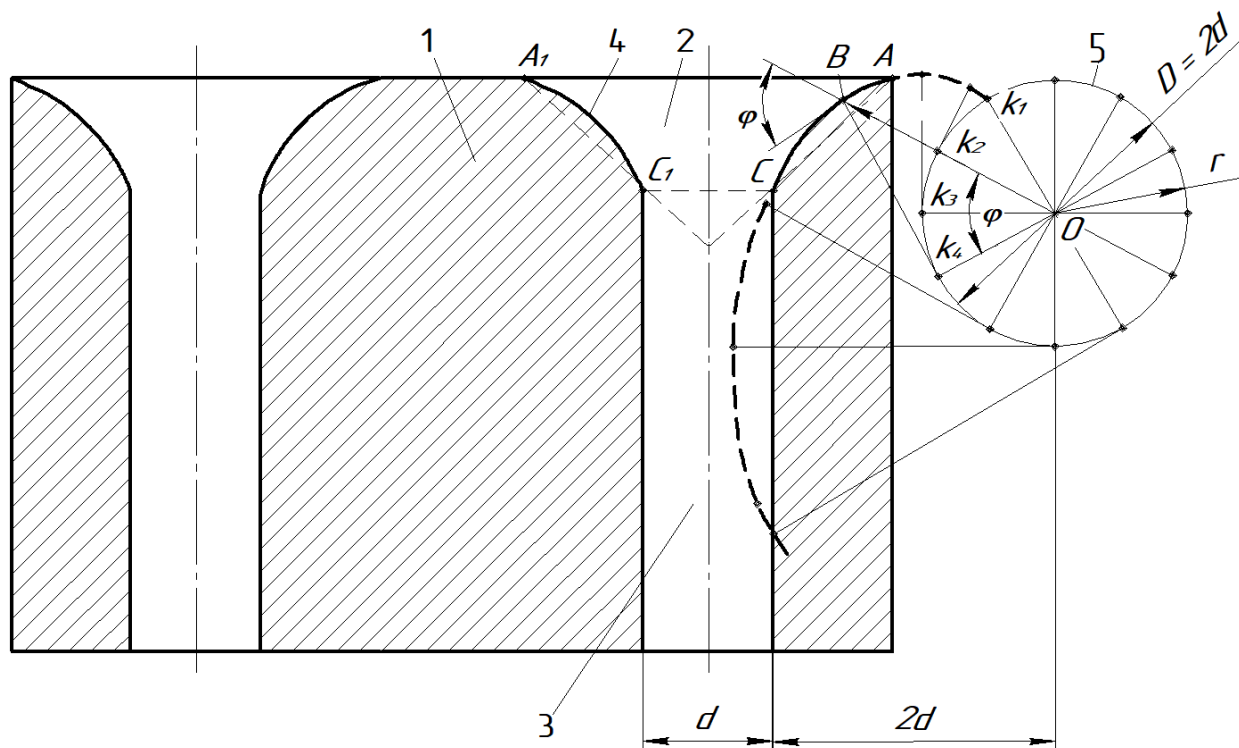


Рисунок 2 – Схема філь'єри матриці з формою входної частини у вигляді евольвенти кола

Точка k_1 є початковою точкою евольвенти. Методом перекочування прямої проти стрілки годинника побудовано криву евольвенти. Гострий кут φ між дотичною до евольвенти 4 у точці B і радіусом-вектором OB є кутом профіля і він для отримання корисного результату має бути завжди більшим за кут тертя біомаси об сталеву поверхню філь'єри ($\approx 34^\circ - 42^\circ$). Це свідчить про те, що біомаса при проходженні входної частини 2 філь'єри від т. A (A_1) до т. C (C_1) буде зустрічати найменший опір від сили тертя.

Ефективність розробленої графоаналітичної моделі входної частини філь'єри доводять такі властивості евольвенти.

1. Евольвента на всьому просторі входної частини 2 від т. A (A_1) до т. C (C_1) є плавною кривою без перегинів і плавно переходить у лінію стінки формуючого циліндричного каналу 3 філь'єри.

2. Твірна пряма є радіусом кривизни евольвенти 4 у точці B і нормаллю до неї. Властивість дозволяє визначити радіус кривизни в будь-якій точці як відстань від точки на евольвенті 4 до точки дотику нормалі з окружністю 5.

Наступним етапом удосконалення пресувального вузла матричного гранулятора є розроблення матрично-роликового механізму, що включає пресувальні ролики зі зміщеними центрами мас (рис. 3) [1, 6].

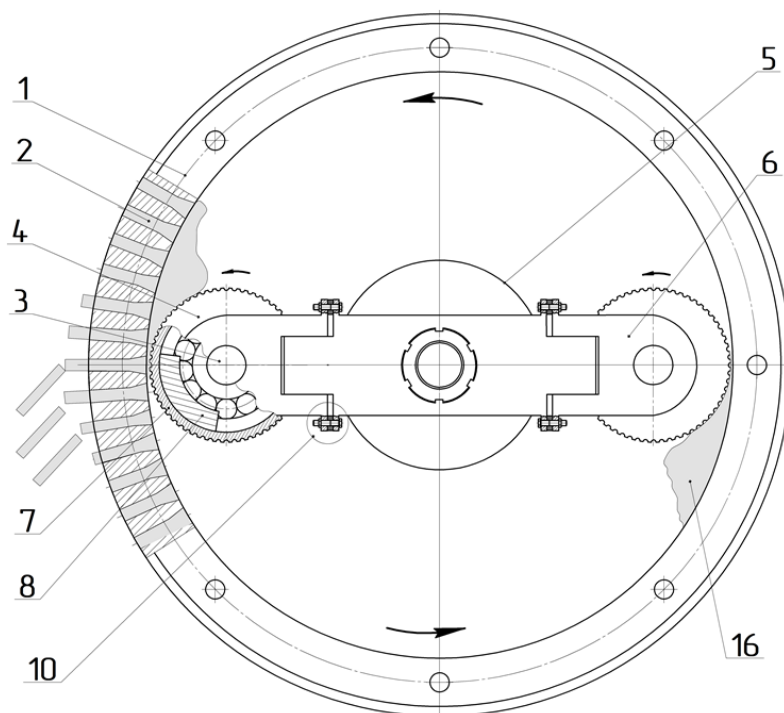


Рисунок 3 – Конструкційно-технологічна схема з елементами удосконалення

Великий тиск до 90-100 МПа у філь'єрах призводить до необхідності збільшення товщини матриці, що підвищує металомісткість матрично-роликового механізму. Іноді проєктанти застосовують леговані сталі більшої міцності, але тоді знижується економічна ефективність процесів гранулювання [5].

Під час роботи описаного механізму трапляється забивання філь'єр та заклинювання системи «ролик-біомаса-матриця», що суттєво знижує продуктивність і технологічну надійність прес-гранулятора. Також суттєвим технологічним недоліком зазначеного є рівномірний тиск пресувальних роликів на сировинної біомаси в момент ущільнення. В результаті чого біомаса повільно проштовхується крізь філь'єри матриці, створює підвищений опір сировині, що надходить до філь'єр. Цей недолік призводить до зниження продуктивності пресувального вузла.

Розроблений механізм включає кільцеву матрицю 1 (рис. 3) з радіальними каналами (філь'єрами) 2, яка обладнана приводом для здійснення обертового руху. В середині матриці на осях 3, які закріплені на несучому важелі 6, встановлені пресувальні ролики 4. Несучий важіль жорстко змонтований на каркасі 5, завдяки чому можна забезпечувати робочий зазор 0,2-0,5 мм між зовнішньою поверхнею ролика та внутрішньої поверхнею матриці. На внутрішній стінці обичайки 7 кожного ролика встановлений сталевий дугоподібний сектор 8, що зміщує центр маси і розміщений за довжиною ролика між підшипниками 9 [5].

Висновки. Отримана модель філь'єри матриці 1 (рис. 2) для формування гранул з біомаси способом екструзії реалізується за рахунок виконання вхідної частини 2 у формі об'ємної евольвенти 4, що сприяє суттєвому зменшенню технологічного опору під час екструзії біомаси у вхідній частині 2 та формуючому каналі 3, підвищенню зносостійкості вхідної порожнини філь'єри, досягненню показників нормативної якості гранул з біомаси при незмінній довжині формуючого каналу 3, зниженню енерговитрат на процес гранулювання зі збереженням показників технологічного тиску в моноліті гранули, що формується.

Удосконалена конструкція матрично-роликового механізму для отримання біопаливних гранул сприяє зниженню енерговитрат в 1,2-1,4 раза на привод при достатньо створеному для гранулювання тиску, обумовлює зростання продуктивності гранулятора за рахунок активаційної дії пресувальних роликів, підвищує якість гранул завдяки рівномірному розподілу біомаси перед потраплянням її у вхідні (приймальні) частини філь'єр матриці та змінному тиску від дії пресувальних роликів зі зміщеними центрами мас.

Література

1. Єременко О.І., Поліщук В.М., Шворов С.А., Скібчик В.І. Розрахунок обладнання для отримання біопаливних гранул і брикетів: монографія. К.: НУБіП України, 2021. 244 с.
2. Дубровін В.О., Єременко О.І., Виговський С.М., Чорний Р.М. Методика розрахунку параметрів матриці твердопаливних грануляторів. *Міжвід. темат.*

наук. збірник *Механізація та електрифікація с.-г. Вип. 98, т. 2*. Глеваха: ННЦ ІМЕСГ, 2013. С. 280-289.

3. Krishania, M., Kumar, V., Kumar, V.V., Malik, A. Analysis Of Different Techniques Used For Improvement Of Biomethanation Process: A Review. *Fuel*. 2013. Vol. 106. P. 1-9. doi: 10.1016/j.fuel.2012.12.007.

4. Патент на корисну модель № 139677 Україна. МПК В30В 11/20. Фільєра матриці для формування біогранул методом екструзії. О.І. Єременко, О.В. Войналович. Опубл. 10.01.2020, Бюл. № 1. 4 с.

5. Piskunova, L.E., Yeremenko, O.I., Zubok, T.O., Serbeniuk, H.A., Korzh, Z.V. (2022). Scientific and methodological aspects of solid biofuel production processes in compliance with labor protection and environmental safety measures. *Polityka energetyczna – energy policy Journal*, Volume 25. Issue 1. 143–154. DOI: 10.33223/epj/144008. URL. <https://epj.min-pan.krakow.pl/>

6. Патент на корисну модель № 134305 Україна. МПК В30В 11/20. Матрично-роликівий механізм для виготовлення біопаливних гранул. О.І. Єременко, О.В. Войналович. Опубл. 10.05.2019. Бюл. № 9. 4 с.

УДК 631.372

ДИНАМІКА ТЯГОВОГО ЗУСИЛЛЯ ТРАКТОРА JOHN DEER З РІЗНИМ ТИПОМ РУШІЯ

Погорілий В.В.

Козярук Л. А.

ЦВТ УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

Максимально повна реалізація потенціалу двигуна трактора визначається типом його ходової системи, яка забезпечує реалізацію тягово-зчіпне зусилля та визначає плавність (стабільність) руху машино-тракторного агрегату.

Проведено порівняння динаміки тягового зусилля тракторів з колісними та гусеничними рушіями. В польових тестуваннях прийняли участь трактори John Deer моделі 8310 R (спарені шини на задній осі) та 8310 RT (резино тросова

гусениця) в агрегаті з дисковою бороною John Deer 2623 за одних умов та режимів роботи агрегатів.

Обидва трактори забезпечили виконання технологічного процесу обробітку ґрунту дисковою бороною з однаковою якістю на всіх заданих швидкостях.

Тягове зусилля визначалося динамометром ТДВ-8 встановленим між трактором і бороною з фіксацією показників з допомогою відеокамери (табл. 1).

Таблиця 1 – Результати тестувань

Трактор	8310 R			8335 RT		
Знаряддя	Дискова борона John Deer 2623					
Досягнута робоча швидкість, км/ГОД	4	6	8	4	6	8
Глибина обробітку , см	13	12	12,5	13	13	12,5
Час розгону до 4 км/ГОД, с	1,8			1,2		
Макс тягове зусилля на старті, кг	8200			8600		
Тяга, кг:						
- середнє;	7273	7794	7985	6906	7661	7939
- мінімальна;	6110	6450	6800	5700	6700	7200
- максимальна;	8500	8500	8500	8000	8200	8600
- розмах	2390	2050	1700	2300	1500	1400
- середньо квадратичне відхилення.	548	426	303	466	358	323
- частота, Гц	9	9	8	16	12	14

Гусеничний рушій завдяки більшому тяговому зусиллю на старті (8600 кг проти 8200 кг) забезпечив більш інтенсивний розгін агрегату до швидкості 4 км\год скоротивши його тривалість на третину.

Значне тягове зусилля гусеничного рушія на малих швидкостях дозволяє забезпечити роботу дискової борони в стабільному режимі (рис. 1) на швидкості 4 км\год з меншим тяговим зусиллям майже на 0,5 тон При збільшенні швидкості до 6 км/год різниця скорочується до 0,1 т, а при досягненні 8 км\год практично вирівнюється.

Дещо інша залежність спостерігається по стабільності тяги (мах і мін та відхилення). В колісному варіанті ці показники значно вищі: розмах однозначно більший (900кг, 550 кг, 300 кг), а частота менше майже вдвоє.

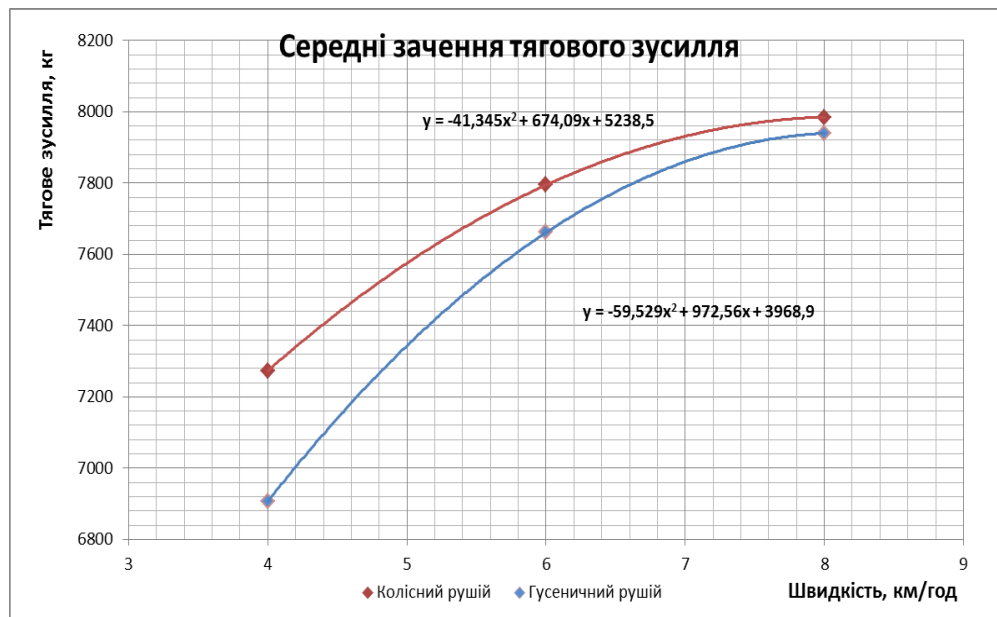


Рисунок 1 – Середні значення тягового зусилля

Менші показники і відхилень, хоч і на швидкості 8 км/год вони вже майже однакові (303 і 323 відповідно), але характер їх зміни (рис. 2) різний: колісний досягає свого насичення і з зростом швидкості не змінюється, а гусеничний має тенденцію до зменшення. Іншими словами тяга в гусениці стабільніша (табл. 2) і тому і на високих швидкостях (8 км/год і більше), що дозволяє очікувати економію палива.

Кращі показники зчеплення гусеничного рушія на малих швидкостях дозволяють економити тягу і відповідно використовувати меншу потужність (рис. 3). Розрахунково різниця в силі тяги колісного рушія і гусеничного на швидкості 4км/год (1,1м/с) становить 367 кг – прийmemo 3500 Н. Тоді економія споживаної потужності за 1 год робочого часу складе $3500 \text{ Н} \times 1,1 \text{ м/с} \times 1 \text{ год} = 3850 \text{ Вт*год}$ – прийmemo 3,8 кВт*год. З урахуваннях середніх витрат палива на 1 кВт*год згідно швидкісних характеристик сучасних тракторних двигунів на рівні 250 г/ кВт*год отримуємо $3,8 \text{ кВт*год} \times 250 \text{ г/ кВт*год} = 950 \text{ г}$ – прийmemo 1 кг.

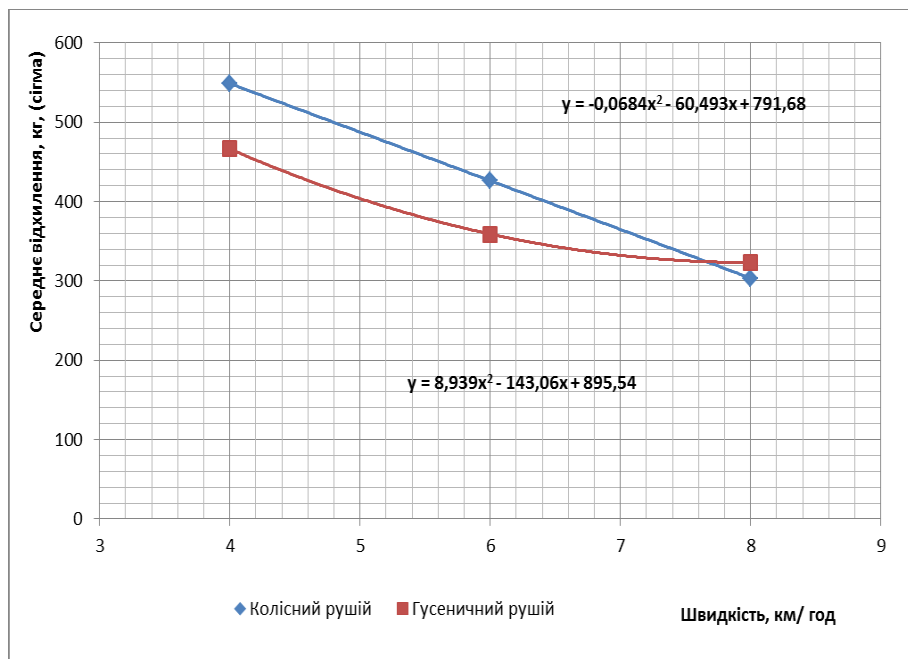


Рисунок 2 – Характеристика розмаху тягового зусилля

Таблиця 2 – Характеристика розмаху тягового зусилля

Трактор	8310 R			8310 RT		
Знаряддя	Дискова борона John Deer 2623					
Швидкості, км/год	4	6	8	4	6	8
Глибина, см	13	12	12,5	13	13	12,5
Коефіцієнт стабільності тяги Середнє значення тягового зусилля — Середньоквадратичне відхилення тягового зусилля (сігма) Середнє значення тягового зусилля =						
Коефіцієнт стабільності тяги	0,92	0,93	0,93	0,93	0,95	0,96

Відповідно часові витрати палива трактора на енергоємних операція які проводяться на швидкостях до 6 км/год становлять близько 50 кг/год обрахована економія палива складає близько 2% на користь трактора з резино-тросовою гусеницею. На більших швидкостях спарений рушій по тязі вирівнюється з гусеницею, але гусениця працює більш плавніше що дозволяє прогнозувати рівень економії палива в таких же межах як на менших робочих швидкостях. Додатково слід відмітити, що гусениця значно краще на старті і це також важливо з точки зору економії палива (на практиці колеса можуть і не розгонити до потрібної швидкості

агрегат досить довго). Відповідно це дозволяє прогнозувати ще додаткових 0,5-1,0% економії палива

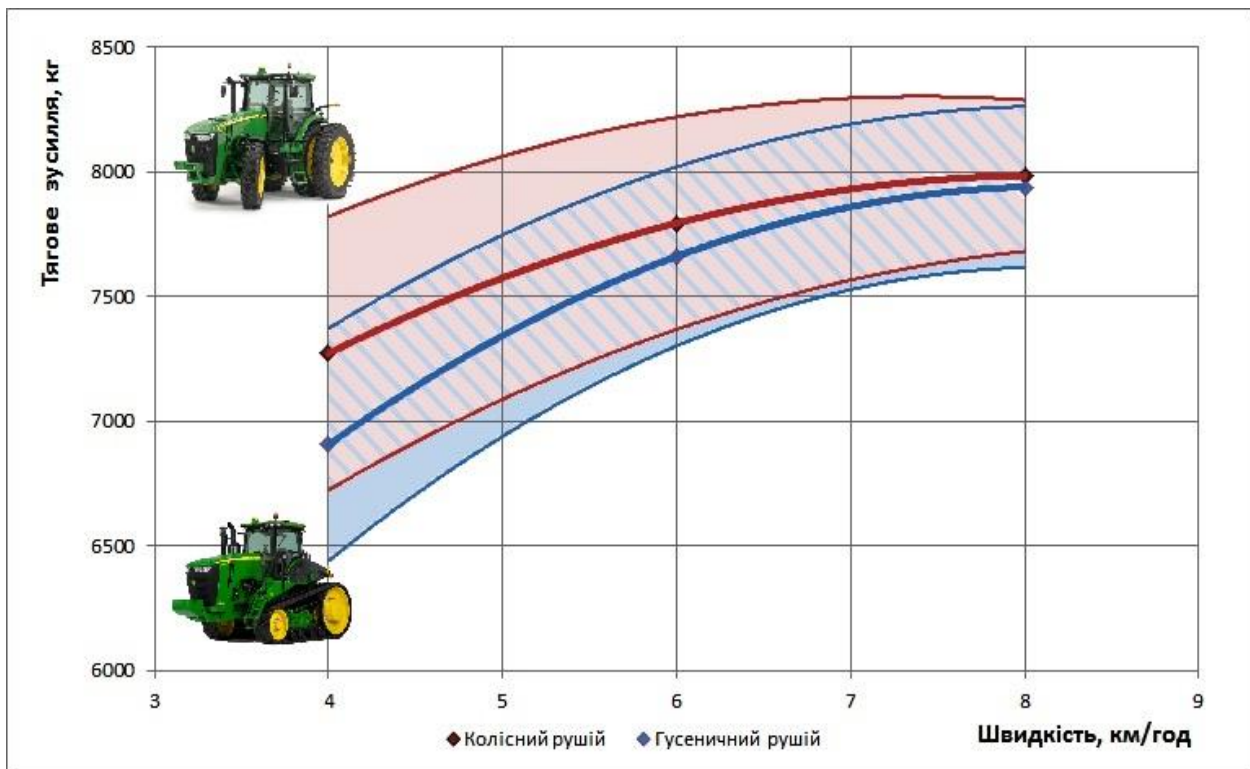


Рисунок 3 – Тягове зусилля та діапазон його відхилень тракторів John Deer моделі 8310 R та 8310 RT в агрегаті з дисковою бороною John Deer 2623

Висновки. Використання резино-тросової гусениці в якості рушія на тракторі забезпечує більш ефективне використання потужності двигуна і дозволяє забезпечити виконання операцій по обробці ґрунту при стабільнішому тяговому зусилля, в порівнянні колісним рушієм, на робочих швидкостях 4-8 км/год.

Прогнозно-розрахункова економія палива при використанні резино- тросової гусениці за правильних умов налаштування і стандартних ґрунтово- кліматичних умов досягає 2-3%.

СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ОН-ЛАЙН ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ОЛІЙНОЇ СИРОВИНИ

Бардадим О. В., аспірант,

Сова Н. А., доцентка кафедра галузевого машинобудування,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет.

Мельник М. М., технічний директор,

ТОВ НВО «Сортувальні машини»

м. Дніпро

Вступ. Контроль олійної домішки у лушпинні та впровадження он-лайн пробовідбірною обладнання на олієекстракційних підприємствах є нагальною проблемою визначення наявної кількості та скорочення втрат олії у процесі виробництва. Результати контролю необхідні не тільки для покращення якості «зеленого палива», що отримують з лушпиння, а й для використання в автоматизованій системі керування технологічним процесом підприємства.

Мета роботи. Вивчення проблеми автоматизації відбору проб із зернових сумішей. Вирішенням проблеми займалося багато науковців, такі як Чурсінов Ю.О., Петік П.Ф. та інші, але головний фокус вирішення проблеми торкався основного зерна. Після підписання Україною «Зеленої угоди», на нашу думку, постає нагальна потреба у автоматизації відбору проб та он-лайн визначенні складу та кількості окремих фракцій у відходах при переробці насіння олійних культур (ріпаку, соняшника, сої) та у окремих продуктах переробки зернової суміші, наприклад у лушпинні соняшника.

Матеріали і методи. Складність вирішення проблеми он-лайн відбору проб та аналізу полягає у стохастичності та емерджентності властивостей відходів, які не притаманні їх фракціям, неможливість зведення властивостей суміші до суми властивостей її фракцій. Це і кути природного укусу лушпиння, які цілком визначені для лушпиння, але які невизначені для суміші олійної домішки з лушпинням. При деяких параметрах концентрації, вологості, гранулометричного

складу суміші мають негативний кут природного укусу. Подібна ситуація із зусиллям зрушенню та т.і.

Олійність суміші лушпиння та сміттєвих домішок насіння має різну природу: це ботанічна, сорбційна олійність, та олійність, яка мається за наявності олійної домішки.

Вилучення олії з кожної фракції потребує різноманітних технологічних прийомів. Ботанічна олійність підлягає обробці тільки методом екстракції, що не є економічно доцільним та не використовується. Наявні методи екстракції, такі як екстракція нафтовими розчинниками (нефрас, гексан), у двоокису вуглецю, у фреоні мають також значні ризики при вживанні. З економічної та екологічної точки зору найбільш перспективним має бути розчинник діметілоксолан EcoXtract®.

Сорбційна олійність є результатом проєктних рішень шеретувально-віяльного підрозділу підприємства. Вирішення проблеми полягає у скороченні часу контакту лушпиння з фрагментами ядра та виключення рециркуляційних потоків, яке можливо визначити за допомогою метода ентропійно-інформаційного аналізу для кількісних ознак. Авторами використана запропонована методика та запропонована раціональна технологічна схема лінії олієдобування [1].

Для реалізації запропонованого підходу запропонована конструкція Адаптивного пробовідбірника – аналізатора домішок у суміші зерна з програмованими параметрами [2] (рисунок 1). У конструкції машини реалізовані декілька способів взаємодії зернової суміші та робочих органів аналізатора. Решітний, пневматичний, повітряний, аеродинамічний та аспіраційний спосіб закладено у конструкції машини, окрім того, реалізований також спосіб сепарації сипучої суміші у текучому двостадійному середовищі [3], запропонований авторами, а також каскадна конструкція аналізатора.

Результати та обговорення. Фракцію, яку сьогодні можливо використати для подальшої переробки на харчові та кормові потреби – це олійна домішка у лушпинні та у сміттєвій домішці насіння соняшника.

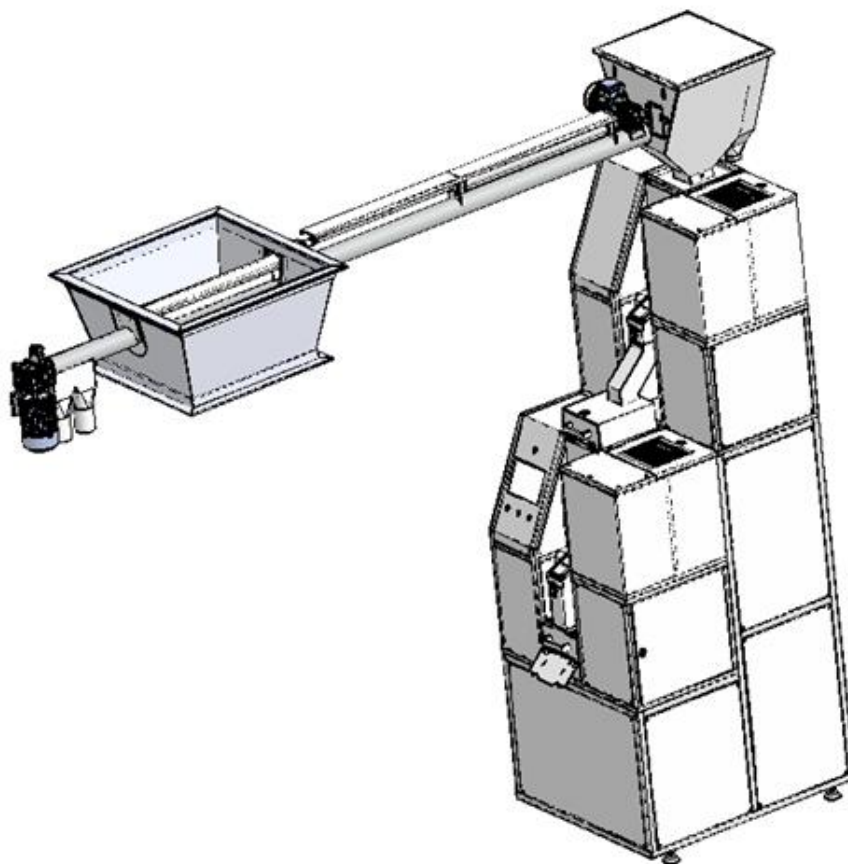


Рисунок 1 – Загальний вигляд адаптивного пробовідбірника-аналізатора

Але першою проблемою є відбір проби. Олійна домішка у складі лушпиння легко піддається стратифікації, тому у перерізі транспортного засобу (у конвеєрі) вона має неоднорідну концентрацію. У залежності від кута поперечного нахилу до горизонту робочої поверхні конвеєру концентрація олійної домішки змінюється. Змінюється також концентрація олійної домішки по довжині конвеєру за позовжнього його нахилу, також має значення форма нижньої поверхні конвеєру.

Другою проблемою є аналіз кількості олійної домішки. ДСТУ 7123:2009 «Лушпиння соняшнику. Технічні умови» регламентована методика за ГОСТ 13496.15, відповідно до якої у лушпинні соняшника визначають масову частку жиру й екстрактивних речовин в абсолютно сухій речовині, а не кількість наявної сировини для переробки. До складу відносять низку речовин, як віск, альдегіди та ін. Тому показник цільового продукту, олійна домішка, не є визначеним. Визначення олійної домішки у насінні соняшника регламентоване ДСТУ 8837:2019 «Насіння олійних культур. Методи визначення сміттєвої та олійної домішок», але

методом визначення є ручне розбирання, для зниження трудомісткості аналізу дозволяється використання лабораторних решіт. Таким чином, у регламентованих нормативних джерелах відсутня методика визначення у сміттєвій домішці насіння і лушпинні олійної домішки, яка б надавала змогу використання он-лайн визначення кількості олійної домішки.

Щодо технічного забезпечення он-лайн пробовідбору та аналізу, то проблема відбору проб вирішена частково, бо наявне обладнання дозволяє позбавитися недоліків, що маютьесь за стратифікації лушпиння та сміттєвої домішки насіння, але така технологія є дискретною та не передбачає використання проби та експрес аналізу в автоматизованій системі керування технологічним процесом підприємства.

Пробовідбірники призначені для розміщення у транспортній системі або у виробничій лінії. Отримати зразок дозволить широкий діапазон налаштувань дискретності відбору проб. Інтервал відбору проб можна регулювати в діапазоні від одного зразка кожні 5 секунд до одного зразка на годину.

Певні перспективи використання має метод та он-лайн обладнання, в якому використовується спосіб аналізу у інфрачервоному спектрі, наприклад ланка інфрачервоних експрес-аналізаторів зерна Granolyser або FOSS. Але як і кожне обладнання NIR аналіз має певні обмеження, головне з яких це неможливість калібрування. Показники олійної домішки мають значні розбіжності, залежно від сортових показників, морфологічних, кліматичних, географічних умов, тощо, і це робить побудову бази даних калібрування недоцільною.

Висновки. Автори дійшли думки, що обладнання для аналізу кількості олійної домішки у лушпинні та у сміттєвій домішці насіння має бути побудовано на однакових фізичних принципах, що і обладнання для переробки цієї сировини. Такий підхід дозволить одержати співвимірні дані між результатами аналізу та результатами у виробництві. Для реалізації такого підходу авторами запропоновано конструкцію адаптивного пробовідбірника – аналізатора домішок у суміші зерна з програмованими параметрами, в конструкції якого реалізовані декілька способів взаємодії зернової суміші та робочих органів аналізатора.

Література

1. Технологічна лінія пресування соняшникової олії повного циклу на базі адаптивних сортувальних машин із програмованими параметрами: пат. 155727 Україна: МПК (2024.01) A01F 12/44 (2006.01), B07B 4/02 (2006.01), B07B 9/00. B07B 9/02 (2006.01). №2023 03069u; заявл. 23.06.2023 р.; опубл. 03.04.2024, Бюл. №14.

2. Адаптивний пробовідбірник – аналізатор домішок у суміші зерна з програмованими параметрами: Україна: МПК F01F 12/44 (2006.1). №202304588u; заявл. 28.09.2023 р.

3. Спосіб сепарації сипучої суміші у текучому двостадійному середовищі: пат.156504, Україна: МПК (2024.01) A01F 12/44, B07B 4/00; №202305759u; заявл. 29.11.2023р.; опуб.03.07.2024р., Бюл.№27.

УДК 620.1.08

ЗАСТОСУВАННЯ ПРИНЦИПІВ КІНЕМОДИНАМІКИ ДО ТЯГОВИХ ВИПРОБУВАНЬ МОБІЛЬНИХ МАШИН

Коробко А. І., д-р техн. наук, доц., провідний науковий співробітник

Харківська філія ДНУ «УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого», Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Погорілий В. В., керівник ЦВТ

ДНУ «УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого»

Шейн В. С., канд. техн. наук, доцент, доцент

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Вступ. Вирішення проблеми визначення тягових властивостей тягово-транспортних машин прямо чи опосередковано відображено в ряді робіт закордонних видань [1], [2] та інших, у яких відзначається перспективність досліджень у напрямку роботи машини в тяговому режимі. Пропонується оцінку енергетичних параметрів машини визначати за диференціації її маси.

Також проводяться дослідження у напрямку аналізу тягових властивостей і потужності коліс на різних сільськогосподарських ґрунтах [3]. Такі дослідження

охоплюють визначення ефективності зчеплення, ковзання, сили буксирування та втрату потужності на опір коченню й ковзанню коліс.

Мета роботи. Метою дослідження є розробка методу тягових випробувань мобільних машин із використанням принципів кінемодинаміки. Для досягнення поставленої мети необхідно обґрунтувати метод тягових випробувань мобільних машин із використанням принципів кінемодинаміки;

Матеріали і методи. Методологічною основою роботи є парціальні прискорення (засновані на принципах кінемодинаміки), що використовуються при проведенні натурних випробувань автомобілів і тракторів [4]. Цей метод засновано на переході від векторної суми сил у просторі до векторної суми прискорень у просторі. Це дає змогу зберегти фізичну суть отриманого векторного рівняння, що описує рух динамічної системи. Метод парціальних прискорень, на відміну від класичних методів, передбачає приведення рівнянь динаміки до рівнянь кінематики (принцип кінемодинаміки).

Розробка методу випробувань полягає у визначенні можливості вимірювання встановлених показників та оцінюванні придатності методу [5]. Для визначення силових та енергетичних показників мобільних машин пропонується застосувати вимірювальний комплекс, що складається з лінійного акселерометра і спеціального програмного забезпечення для обробки вимірянних даних [6].

У загальному виді метод тягових випробувань мобільних машин із використанням методу парціальних прискорень складається з чотирьох етапів:

- підготовчого: вибір факторів, складання плану натурних випробувань, підготовка машини й випробувального обладнання;
- основного: пряме вимірювання лінійних подовжніх прискорень машини під час розгону машини на визначених передачах до визначених швидкостей на відповідних дорожніх фонах і вибіг машини з максимальної швидкості до повної зупинки;
- розрахункового: непряме визначення силових та енергетичних показників машини;
- завершального: систематизація отриманих результатів вимірювань (прямих і непрямих), перевірка адекватності [7, 8] та формулювання висновків.

Прискорення, з яким рухається машина a , як уже було відмічено, вимірюються прямим методом. Вимірювальний комплекс [6] реєструє значення прискорень із частотою 50 разів за секунду. Враховуючи це, можна вважати, що у проміжку часу між вимірюваннями рух машини є рівноприскореним. Тому швидкість руху v_i в будь-який момент часу реєстрації даних визначається за класичною формулою механіки рівноприскореного руху [9]:

$$v_i = v_0 + a_0 \Delta t, \quad (1)$$

де v_0 – швидкість руху, досягнута у попередній (початковий) момент часу реєстрації даних), м/с;

a_0 – прискорення у попередній (початковий) момент часу реєстрації даних (вимірюється прямо), м/с²;

Δt – інтервал часу між вимірюваннями прискорення вимірювальним комплексом, с.

Пройдений шлях s_i у будь-який момент часу реєстрації даних визначається аналогічно за класичною формулою [9]:

$$s_i = s_0 + v_0 \Delta t + \frac{1}{2} a_0 \Delta t^2, \quad (2)$$

де s_0 – пройдений шлях за попередній проміжок часу, м;

Енергія двигуна машини, що виконує роботу з її переміщення, перетворюється в кінетичну енергію машини [9]

$$W_i = \frac{m_a v_i^2}{2}, \quad (3)$$

де W_i – кінетична енергія машини в i -тий момент часу вимірювання прискорення, Дж;

m_a – маса машини, кг;

Розрахунок сили на колесах, що створює прискорення машини, виконується через визначення приросту кінетичної енергії визначеної за (3), якого набуває машина під час руху з прискоренням у кожен момент часу і розраховується як відношення приросту кінетичної енергії до шляху, за який цей приріст енергії відбувся.

$$P_{ai} = \frac{W_i - W_{i-1}}{S_i - S_{i-1}}, \quad (4)$$

де W_i , W_{i-1} – кінетична енергія машини в i -тій і попередній моменти часу вимірювання, відповідно, Дж;

S_i , S_{i-1} – шлях, що проходить машина в i -тій і попередній моменти часу вимірювання, відповідно, м.

Потужність, що витрачається на розгін машини в кожен момент часу визначається також розрахунковим шляхом, використовуючи в якості вхідних даних показник сили, що створює прискорення (4) та з урахуванням фактичного значення швидкості у поточний момент часу. У цьому випадку отримаємо значення потужності, що затрачається на розгін машини

$$N_{ai} = P_{ai} \cdot v_i. \quad (5)$$

Результати та обговорення. Експериментальна валідація розробленого методу випробувань заключається у порівнянні результатів визначення тягових та енергетичних показників машини отриманих розробленим методом із заздалегідь відомими значеннями показників.

Експеримент проводився на повнопривідних автомобілях із кодovими позначеннями «Vehicle 1», «Vehicle 2», «Vehicle 3». Заявлена ефективна потужність двигунів машин – 200 кВт. Вибрано чотири типи дорожнього покриття: асфальтобетонне, ґрунтова дорога, сухе бездоріжжя, мокре бездоріжжя. Варіювався також фактор «оператор машини». Усереднення за цим показником є необхідним задля узагальнення персональних особливостей операторів: час реакції, швидкість перемикування передач тощо.

На рис. 1 показано фрагмент результатів прямих вимірювань прискорень а) й результатів розрахунку швидкості руху б), сили тяги на колесах, що призводить до виникнення прискорення в) та необхідної на це потужності г) автомобіля «Vehicle 2» під час руху дорогою з ґрунтовим покриттям.

Результати експериментальної валідації оцінені за показником співпадіння [8] визначення сили на колесах, що створює прискорення, наведені на рис. 2 а), частки потужності, що розганяє машину – на рис. 2 б).

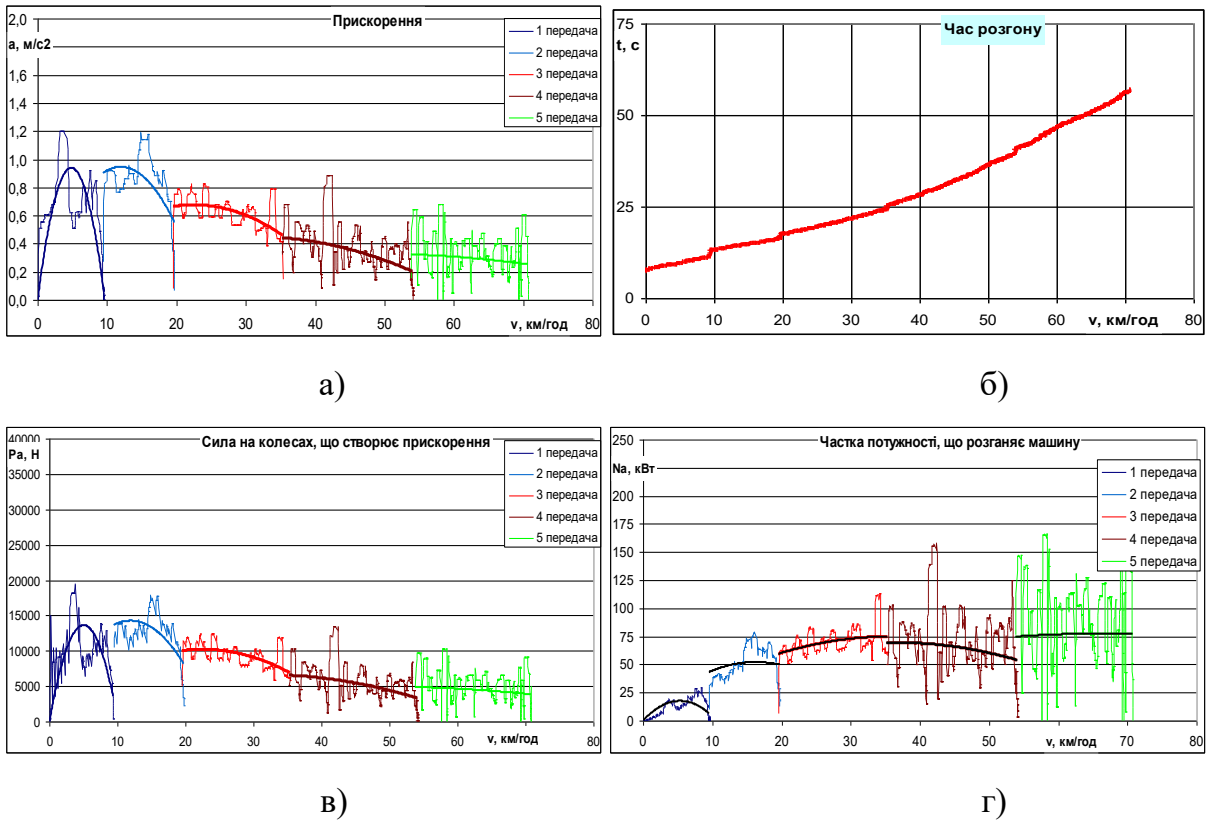


Рисунок 1 – Фрагмент результатів вимірювань і розрахунків, отриманих під час експериментальної валідації методу тягових випробувань

Аналіз даних, наведених на рис. 2, свідчить про задовільне співпадіння результатів випробувань, здійснених запропонованим методом визначення тягових характеристик машин при варіації різних факторів.

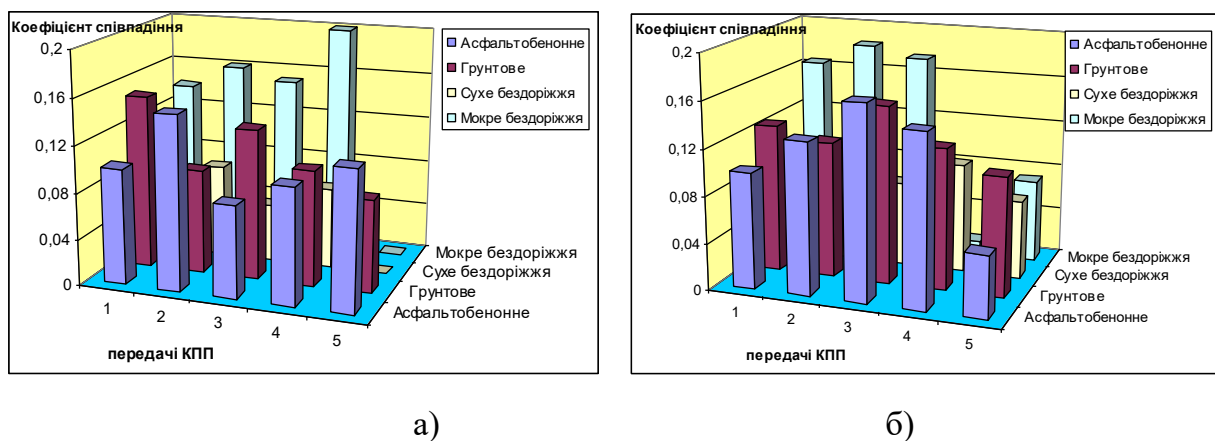


Рисунок 2 – Коефіцієнт співпадіння визначення сили на колесах, що створює прискорення (а), частки потужності, що розганяє машину (б)

Висновки. Застосування принципів кінемодинаміки дає змогу визначити частку сили, що призводить до виникнення прискорення під час розгону машини та частку потужності двигуна, що при цьому витрачається.

Література

1. Fluck, R. C. (2014). Energy analysis for agricultural systems. *Energy in Farm Production*. P. 45-51.
2. Hunt D. (2001). *Farm Power and Machinery Management*, Wiley-Blackwell. 368 p.
3. Czarnecki, J., Brennenstul, M., Białczyk, W., Ptak, W., Gil, Ł. (2019). Analysis of traction properties and power of wheels used on various agricultural soils. *Agricultural Engineering*. 23 (1). 13–23. doi: 10.1515/agriceng-2019-0002.
4. Коробко, А. (2023). Науково-методологічні основи забезпечення якості тракторів на стадіях постановки на виробництво та експлуатації з використанням методу парціальних прискорень. *Реф. дис. ... д-р техн. наук. Харківський національний автомобільно-дорожній університет*, Харків. 43 с.
5. Коробко, А. І. (2017). Методологія розроблення нових методів випробувань. *Журнал інженерних наук. Науковий журнал*. 4 (1). Н7 – Н13.
6. Подригало, М. А., Коробко, А. І., Клец, Д. М., & Файст, В. Л. (2012). Система для визначення параметрів руху автотранспортних засобів при динамічних (кваліметричних) випробуваннях: *пат. 51031 Україна* : МПК G 01 P 3/00. G 01 P 15/00. № u 2010 01136 ; заявл. 04.02.10 ; опубл. 25.06.10, Бюл. № 12.
7. Korobko, A. (2019). Measurement Uncertainty as a Test Model Assessment Tool. *Advanced Optoelectronics and Lasers CAOL*2019: 2019 IEEE 8th International Conference with XVI Scientific Workshop “Measurement Uncertainty: Scientific, Normative, Applied and Methodical Aspects” UM*2019 : Conference Proceedings*. Sozopol, Bulgaria 06-08 September 2019. P. 707–710. DOI: 10.1109/CAOL46282.2019.9019418
8. Korobko, A., & Kotova, Yu. (2024). An alternative method for assessing the agreement between test results. *Український метрологічний журнал*. 1. 4–10. <https://doi.org/10.24027/2306-7039.1.2024.300868>.

9. Бовтрук, А., Герасименко, Ю., Лахін, Б., Меньяйлов, С., & Поліщук, А. (2010). Фізика. Модуль 1. Механіка. Вид. 4-те. К. : НАУ-друк. 256 с.

УДК 621.891.22.621.78 :666.1.038

ЛАЗЕРНЕ ЗМІЦНЕННЯ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

Денисенко М. І., кандидат технічних наук, доцент, mdenisenko317@gmail.com

Лісовський Л. В., інженер-механік

ВСП «Немішаївський фаховий коледж НУБіП України»

Дев'ятко О. С., кандидат технічних наук. доцент

Андрущук А. О., студентка магістратури.

Дорошкевич Я. О., студент магістратури

Драчук О. М., студент магістратури

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Вступ. Працездатність сільськогосподарських машин значно залежить від зносостійкості деталей і робочих органів. На сьогодні встановлено, що 70% виходу з ладу машин залежить від зносу деталей, тому зміцнення їх робочої поверхні відіграє особливу роль у забезпеченні ресурсу різноманітних виробів.

Основою процесу лазерного зміцнення є швидке нагрівання до високої температури (температури плавлення) поверхневого шару металу з наступним швидким охолодженням, шляхом відведення тепла в основний об'єм металу, котрий залишається практично холодним.

Мета роботи. Підвищення зносостійкості і ресурсу деталей сільськогосподарської техніки шляхом лазерного зміцнення поверхонь тертя та забезпечення зміцненого шару високого ступеню однорідності, і якості без значного термічного впливу на нижче розташовані шари металу.

У більшості випадків проблема катастрофічного зносу постає від того, що поверхня деталі зазнає контактних навантажень, втоми і корозійних пошкоджень. У зв'язку з цим на сучасному етапі розвитку техніки і технології, зростаюча увага приділяється питанням інженерії поверхні, що припускає розробку та отримання нових матеріалів з заданими наперед властивостями. Завдання створення металевих матеріалів з якісно новими властивостями, звично вирішують на основі структурно-енергетичного підходу, що об'єднує принципи формування хімічного складу матеріалу, а потім шляхом розробки технологічних процесів його зміцнювальної обробки.

Зростає випуск машин і обладнання, створюються нові зразки техніки, що працюють у важких умовах технічної експлуатації. Техніка безперервно стає більш складною, до її деталей пред'являються підвищені вимоги за якістю, зносостійкості, корозійної стійкості, терміну служби. Використання лазерних технологій для підвищення ресурсу деталей машин має великі можливості, і дозволяє успішно вирішувати низку проблем. Лазерний промінь як технологічний інструмент, завдяки своїм унікальним характеристикам, насамперед всього високої інтенсивності і монохроматичності, можливості досягнення високих значень потужності та щільності потоку енергії, відрізняється від відомих технологічних засобів зміцнення поверхонь.

Основні показники технології лазерного поверхневого зміцнення для активного широкомасштабного його використання:

Співвідношення «ціна – якість»; підвищення терміну служби деталей за рахунок радикального, у 2-6 разів підвищення зносостійкості, зміцнених на глибину до 0,8...1,5 мм поверхонь досягається вартістю зміцнення, що не перевищує 10-15% вартості незміцнених деталей;

Зміцнення та підвищення зносостійкості поверхонь відбувається без порушення макро і мікрогеометрії деталі, відсутня необхідність виконання будь-яких трудомістких підготовчих або заключних доводочних робіт;

Відсутність проблем міцності зв'язку (адгезії) зміцненого шару з основою, що важливо, наприклад, при використанні технології напилювання;

Оперативність виконання робіт, тому що зміцнюються локально відповідно програмі тільки швидкозношуваних поверхонь, а не вся деталь.

Можливість зміцнення і модифікування поверхонь широкої номенклатури матеріалів з підвищенням їх експлуатаційних характеристик, що дозволяє у багатьох випадках замінити дорого вартісні, складно леговані матеріали на більш дешеві та доступні, з наданням їм потрібних експлуатаційних характеристик.

Можливість додаткового підвищення зносостійкості відновлених ремонтним наплавленням поверхонь після їх механічної обробки у креслярські розміри.

Матеріали і методи. Лазерне зміцнення ножів і молотків (матеріали сталь 45, 65Г) для подрібнення комбікормів здійснювали на установці «Квант-16», і на газовому лазері CO₂ «Лотос-31», «Комета-М», частота сканування 200 Гц. Глибина зміцнення складала 0,5...0,6 мм. Першими установками для поверхневої обробки матеріалів використовувались лазери імпульсної дії. Але лазерні установки імпульсної дії характеризуються малою середньою потужністю, тому їх використання доцільне для обробки деталей невеликих розмірів. Протягом багатьох років CO₂ - лазер безперервної дії є самим потужним серед коли-небудь розроблених промислових лазерів.

Йому надається перевага у процесах зварювання, різання, термозміцнення. Потужність безперервних CO₂ - лазерів може досягати сотні кіловат, що дозволяє значно підвищити продуктивність обробки. У цих лазерах, у якості активного середовища використовували суміш газів CO₂, He, N₂. Довжина хвилі генеруючого випромінювання – 10,6 мкм. Вони здатні працювати у імпульсному та безперервному режимах, мають високу просторову когерентність і промисловий ККД, що дорівнює приблизно 10-15%. Причому, вартість CO₂ лазерів на протязі двох останніх десятиліть, декілька зменшилася, вартість використовуваних газів невисока, характеристики стабільні. Лазери легкі у керуванні та безпечні за дотримання правил експлуатації. Також для оплавлення композиційних покриттів при розробці технології зміцнення треба використовувати лазерні установки безперервної дії ЛГН – 702 потужністю 800 Вт і Комета – 2, потужністю 1200 Вт.

Лазерний промінь являється універсальним інструментом для обробки матеріалів, що припускає його використання у машинобудуванні, у самих різних

технологіях. Модифікування поверхневого шару лазером – це загартування поверхні, наплавлення на основі порошкових композицій, структуроутворення, а також очищення поверхні тертя.

Результати та обговорення. У сучасному лазерному технологічному обладнанні по обробці матеріалів, в основному на сьогодні використовуються потужні газові і волоконні лазери, успішно, замість лазерів Nd – YAG. Використання лазерного випромінювання, як локального висококонцентрованого джерела інфрачервоного кольору відкриває широкі можливості при модифікуванні структури та властивостей поверхневих шарів металевих матеріалів. Крім локальності, перевагами лазерної обробки являється можливість безперервного управління процесом: глибина нагрівання зменшується зі зростанням інтенсивності лазерного випромінювання, тому що при цьому відбувається більше швидке нагрівання поверхні тертя, за малої щільності потоку і тривалого часу зовнішнього опромінення, утворюється значна термодифузія в основний метал, а утворений температурний градієнт, недостатній для швидкого охолодження поверхневого шару, котре необхідне для отримання твердої структури.

Лазерне модифікування являється одним з методів отримання покриттів, що підвищують їх міцність зчеплення з основою, з мінімальним об'ємним розігріванням деталі та високою локальністю процесу зміцнення. На сьогодні створено лазерні комплекси декількох модифікацій з багатоканальними випромінювачами [1-3]. Однопроменеві лазери з гаусовим розподіленням енергії у промені, не дають рівномірність глибини та розподілення мікротвердості ділянки зміцнення, без використання спеціальної складної оптичної системи. Якість випромінювання зв'язане з просторовим розподіленням інтенсивності випромінювання у плямі та її геометрії.

Від геометрії лазерної плями на виході з лазера, і у фокусі лінзи, а також просторового розподілення інтенсивності світла у цій плямі безпосередньо залежить нагрівання поверхні матеріалу і, як наслідок, ефективність його плавлення та видалення розплаву від ділянки зміцнення. Очевидно переваги зміцнення поверхонь тертя багатоканальним лазером, тому що у міру спрацювання поверхневих шарів матеріалу, зменшення ширини доріжки зміцнення відбувається

з меншою швидкістю. Крім того, використання багатопроменевих лазерів дозволяє отримувати більш високу рівномірність глибини зміцнення, обробляти поверхні з меншою кількістю доріжок за рахунок зменшення коефіцієнту перекриття. Зменшується час і вартість обробки, зростає продуктивність. На рис.1 наведено приклад практичного зміцнення деталей машин різного функціонального призначення: лазерне термозміцнення крайок статора і ротору подрібнювача для виробництва комбикормів.

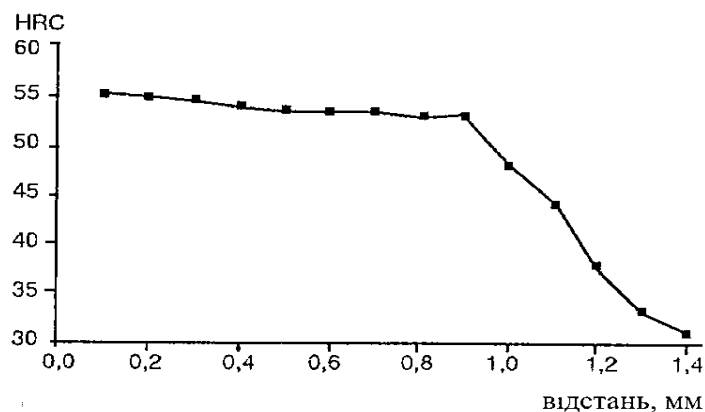


Рисунок 1 – Лазерне термозміцнення крайок статора і ротора обладнання для виробництва комбикормів. Твердість після зміцнення 55...56 HRC

За розробленими технологіями на спеціалізованих лазерних комплексах, за останні роки вже зміцнили декілька тисяч деталей для підприємств різних галузей. Зміцнені деталі можуть бути різної складності з розмірами від десятків міліметрів до двох метрів і більше, масою від сотень грамів до двох тон. Глибина зміцнення залежить від потрібних властивостей конкретної деталі і може змінюватися від 30...50 мкм до 1,2... 1,5 мм. Лазерне гартування призводить до підвищення твердості, дисперсності структури та зростанню зносостійкості у 2-6 разів.

Лазерне зміцнення ріжучого інструменту зі швидкоріжучих та легованих сталей здійснюється імпульсним випроміненням робочих крайок інструменту на лазерній технологічній установці. Зміцнений шар має дисперсну аустенітну - мартенситну структуру, в результаті на поверхні утворюється шар товщиною 60...80 мкм та мікротвердістю 1100-1200 Н/мм².

Висновки. Використання лазерних технологій має першочергове значення, оскільки вони дозволяють реалізовувати принципово нові технології виготовлення різноманітних виробів і вузлів, контролю їх якості, та керування виробничими процесами.

Лазерна технологія термозміцнення може бути ефективно використана:

у галузі виробництва, ремонту та експлуатації сільськогосподарської техніки для збільшення терміну служби робочих органів ґрунтообробної техніки (дисків борін, плужних лемішів, ножів культиватора). Асортимент виробів охоплює всю програму деталей, близько 10 тисяч видів, що швидко зношуються, для всіх сучасних сільськогосподарських машин та ґрунтообробної техніки;

в оборонній промисловості, зокрема, для підвищення ресурсу стволів артилерійських установок.

Лазерні технології зміцнення мають більш високі техніко-економічні показники у порівнянні з альтернативними технологіями поверхневого термічного зміцнення деталей машин і механізмів.

Література

1. J.W. Elmer, P.W.Hochanadel, K. Lachenberg, C.Caristan, and T. Webber High Electron, Beam and Laser Beam Welding ASM Handbook, Volume 6A, Welding Fundamentals and Processes, T. Siewert, S. Babu, and V. Acoff, editors.
2. Технология формирования износостойких покрытий на железной основе методами лазерной обработки / О.Г.Девойно [и др.]. – Минск: БНТУ, 2020. – 280 с.
3. Огов В.И., Афанасьева Л.Е., Новоселова М.В. Особенности формирования структуры и микрогеометрии поверхности лазерных наплавов с использованием многоканального CO₂ -лазера // Упрочняющие технологии и покрытия. 2016. №11. С.19-22.
4. <https://studfiles.net/preview/2900603/зфпу:8/>
5. Бирюков В.П. Промышленное применение CO₂ лазеров, наплавки, упрочнения и точного раскроя листового материала. // Тяжелое машиностроение.2006. - №4. – С.25-28.

ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ РЕГУЛЮВАННЯ ПОДАЧІ ГАЗУ В ГАЗОДИЗЕЛЯХ З НАСОС-ФОРСУНКАМИ МЕХАНІЧНОГО ТИПУ

Манойло В.М., докт. техн. наук, проф., vladimir.m.manoylo@gmail.com,

Гончаров С.В., аспірант, sergeygoncharov1511@gmail.com,

Пігарев Д.О., магістр, denispigarev07@gmail.com,

Стрижак Г.О., бакалавр, glebstrijak2003@gmail.com,

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Козлов Ю.Ю., мол. наук. співроб., urgenurgen@gmail.com,

Харківська філія ДНУ «УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого»

Вступ. Одним з ефективних напрямків розвитку і вдосконалення транспортного машинобудування є конвертація дизельних транспортних засобів (ТЗ) під газодизельний цикл роботи. При цьому вирішується не тільки проблема збереження потужності, поліпшення екологічної безпеки та підвищення ефективності експлуатації, яка не вимагає зміни вузлів трансмісії ТЗ в цілому. Вузли і агрегати АТЗ піддаються незначній модернізації, пов'язаній з встановленням газобалонного обладнання (ГБО).

Але даний час в народному господарстві експлуатуються автотransпортні засоби з газодизельними двигунами, де застосовується переважно ГБО з газовими змішувачами другого покоління. Така система має задовільні техніко-економічні і екологічні показники.

Основна частина дизелів в країні оснащена паливною апаратурою, де в системах живлення встановлені серійні насос-форсунки та форсунки механічного типу, тобто для цих систем непотрібний електронний блок управління (ЕБУ) та регулювання подачею палива в циліндри ДВЗ, їх достатньо складно конвертувати для роботи на ГБО третього або більш вищого покоління.

Для вирішення цієї проблеми авторами сумісно з харківською приватною фірмою «Лінник» розроблений та запатентований індивідуальний ЕБУ [1] з датчиками і пристроями, які зв'язують механічну частину насос-форсунок з серійним відцентровим регулятором та електромагнітним дозатором подачі та

регулювання газу, який дозволяє системам узгоджено працювати в широкому діапазоні швидкісних і навантажувальних режимах роботи та значно поліпшити техніко-економічні і екологічні показники робочого процесу ДВЗ. Конструкція і принцип дії індивідуального ЕБУ з датчиками та пристроями буде наведений нижче.

Мета роботи. Покращення техніко-економічних і поліпшення екологічних показників автотракторних дизелів з наддувом, конвертованих у газодизелі, застосуванням індивідуального ЕБУ з датчиками і пристроями.

Матеріали і методи. Для покращення техніко-економічних і екологічних показників автотракторних дизелів був використаний серійно виготовлений електромагнітний регулятор, який застосовується для подачі повітря на режимах холостого ходу в циліндри легкових автомобільних ДВЗ. Останній був пристосований до 4-х циліндрового форсованого газодизеля 4ЧГН 8,8/8,5 в якості електромагнітного регулятора подачі газу у впускний колектор двигуна. Регулятор пристосований до роботи з насос-форсунками або з дизельними форсунками механічного типу, виготовляється серійно переважно для легкових автомобілів [2].

Принципова схема регулятора (рис. 1) містить штепсельне рознімання з вихідними виводами з першого по п'ятнадцятий 1-15 у ЕБУ 16 і однойменні вхідні і вихідні виводи штепсельних рознімань тестера 17, перемикач режимів Г-Д 18 (дизель – газодизель), сигнальну лампу 19, датчик частоти обертання КВ ДВЗ 20, датчик положення 21 вихідного вала серводвигуна 22 з поворотним важелем 23 на вихідному валові, рейку 24 керування плунжерною парою 25 ПНВТ (паливний насос високого тиску) 26, тягу рейки 27 з рухливим кінематичним зв'язком 28 з головним важелем 29 ПНВТ, регулятор 30 ПНВТ, пружину 31, двоплечий важіль 32 керування ПНВТ, тягу 33 важеля керування, педаль акселератора 34, ДППА (датчик повороту паливної апаратури) 35 із трьома виходами, електромагнітний дозатор (регулятор) 36 газу з заслінкою, електромагнітний клапан 37 подачі газу.

На рис. 2 наведений повздовжній і поперечний вигляд електромагнітного регулятора подачі газу у впускний колектор дизеля.

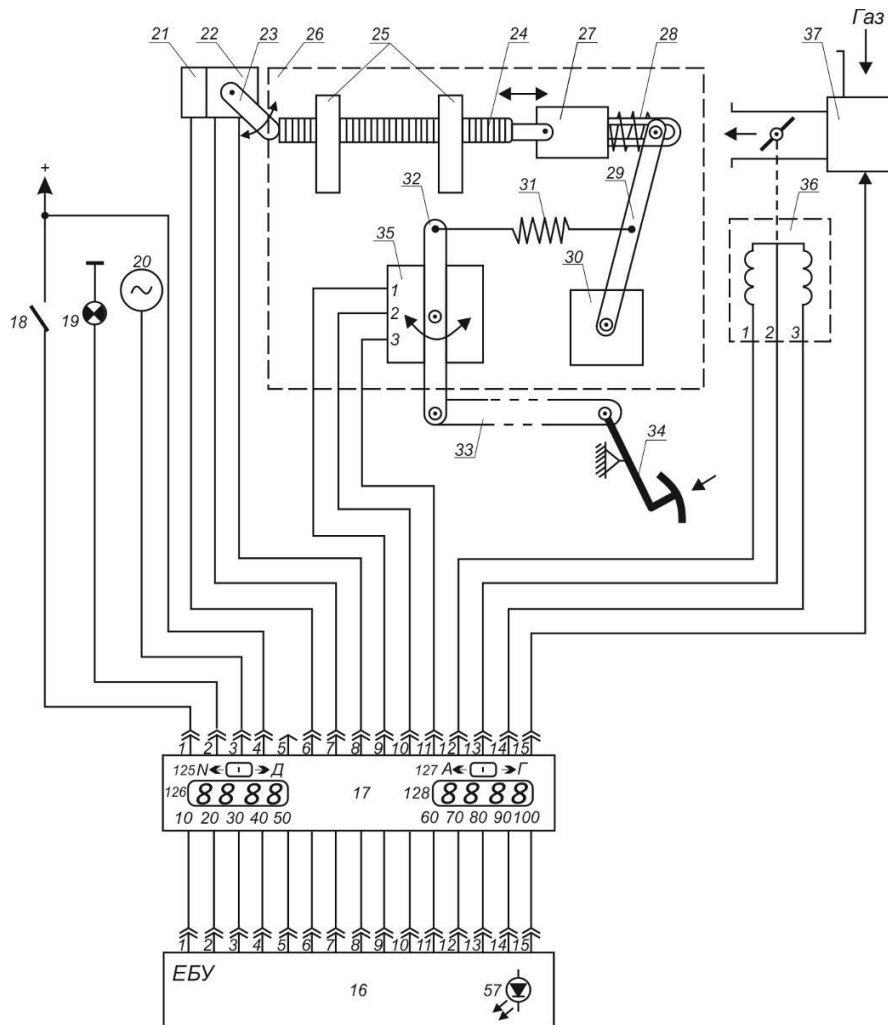


Рисунок 1 – Принципова схема пристрою газодизеля з електромагнітним регулятором подачі газу, що керується від сигналів датчиків, встановлених на рейці насос-форсунок механічного типу

Регулятор являє собою клапан, який регулює подачу газу у впускну систему ДВЗ, минаючи дросельну заслінку.

Поворот заслінки 16 здійснюється двообмотувальним електродвигуном з нерухомими обмотками (якір) і магнітом, що обертається 7.

Результати та обговорення. Робота двигуна в «режимі дизеля» відбувається наступним чином. В процесі роботи ДВЗ оператор (водій) натискає ногою на педаль акселератора 34. Зусилля від ноги спочатку передається на тягу 33 важеля керування, далі стосовно на ДППА (датчик повороту паливної апаратури) 35 із трьома виходами. Потім зусилля передається на двоплечий важіль 32 керування ПНВТ, стискує (частково деформує) пружину 31 і діє на регулятор 30 ПНВТ.

Другий кінець пружини 31 з'єднується з головним важелем 29 ПНВТ в середній його частині. Далі зусилля передається на тягу рейки 27 з рухливим кінематичним зв'язком 28 з головним важелем 29 ПНВТ, а також на рейку 24 керування плунжерною парою 25 ПНВТ 26. Струм у ЕБУ 16 не поступає. Вихідний вал серводвигуна 22 електромагнітного регулятора не має можливість повертатися відносно своєї осі, тому подачі газу у впускний колектор дизеля немає [3].

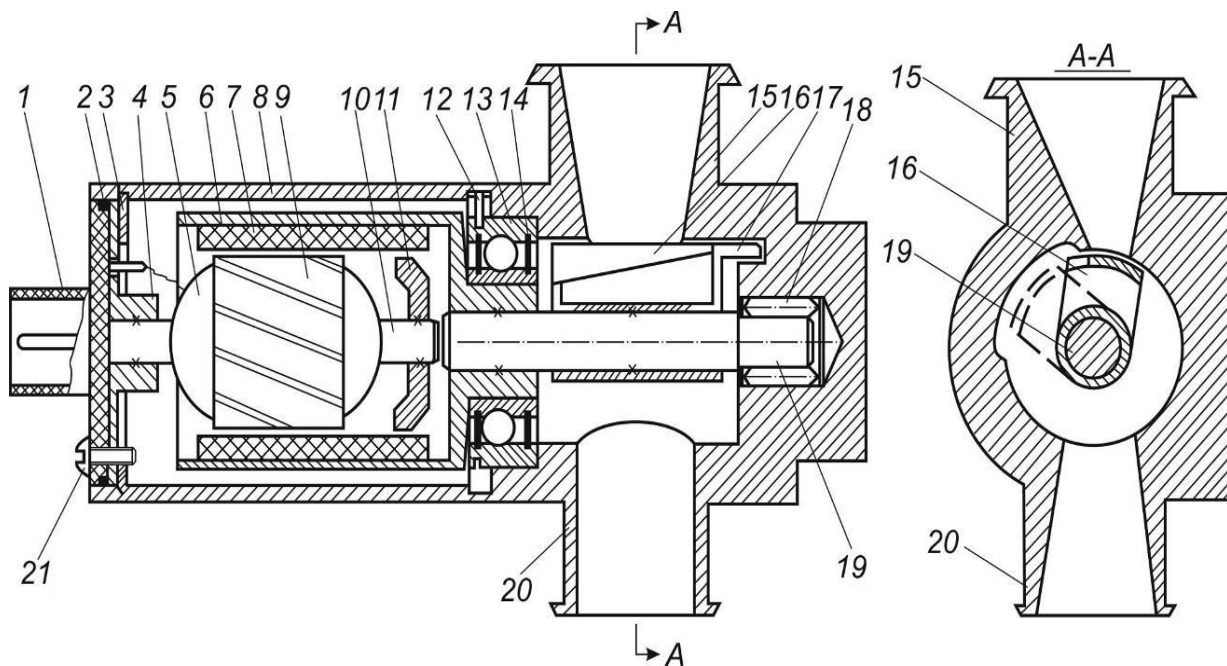


Рисунок 2 – Повздовжній і поперечний вигляд електромагнітного регулятора подачі газу для дизеля з насос-форсунками механічного типу: 1 – штекерна колодка; 2 – кільце ущільнювача; 3 – шайба кріплення; 4 – фланець кріплення осі якоря; 5 – обмотка якоря; 6 – поворотний стакан; 7 – постійний магніт; 8 – корпус; 9 – якір нерухомий; 10 – вісь якоря; 11 – магнітопровід; 12 – стопорне кільце підшипника; 13 – кульковий підшипник; 14 – ущільнення підшипника; 15 – патрубок вхідний; 16 – поворотна заслінка; 17 – упор; 18 – роликовий підшипник; 19 – вал заслінки; 20 – вихідний патрубок; х – з'єднання нероз'ємне

Робота двигуна в «режимі газодизеля» здійснюється за допомогою перемикача режимів Г-Д (дизель – газодизель) 18. Кнопка перемикача становиться в положення «газодизель» і струм подається на клеми електромагнітного пристрою, наведеного на рис. 1 та включається і відчиняється електромагнітний клапан 37 подачі газу у газову систему автотранспортного засобу. Одночасно рейка 24 керування плунжерною парою 25 ПНВТ 26 фіксується механічним фіксатором.

В цьому стані плунжерні пари 25 ПНВТ 26 працюють в режимі запальної дози і впорскують мінімальну порцію дизельного палива у циліндри дизеля для забезпечення стійкої роботи двигуна на режимах холостого ходу.

Блок управління 16 (рис. 1) обробляє сигнали з датчиків 20, 21, 22 і 23, визначає необхідне положення заслінки 36 і видає на обмотки регулятора (рис. 2) електричні імпульси певної шпаруватості. Електричний струм, проходячи обмотками 5, створює своє магнітне поле, яке взаємодіє з магнітом 7 змушує повернутися його на певний кут (крок). Разом з ним повертається і заслінка 16, змінюючи прохідний переріз регулятора і кількість поданого природного газу у впускний колектор ДВЗ.

При виході з ладу регулятора в комбінації приладів спалахує контрольна лампочка 19 і порушується робота двигуна на холостому ході.

Справність регулятора можна перевірити, подаючи на його обмотки напругу 12 В. При подачі напруги на висновки 1 і 2 заслінка повинна відкрити отвір регулятора, а при подачі напруги на висновки 2 і 3 заслінка повинна закрити отвір. Опір кожної обмотки має бути в межах 10-14 Ом.

Більш якісна перевірка роботи регулятора додаткового повітря проводиться приладом DST-2 при двигуні [4].

Компонування впускних колекторів 6 і патрубків регенерації відпрацьованих газів 3, 4 на двигуні з турбонаддувом наведена на рис. 3. На рисунку показані стрілки і розміщені канали для кріплення серійного електромагнітного регулятора подачі газу за допомогою якого здійснюється подача газу крізь впускний канал турбокомпресора 2.

В усьому сімействі двигунів Lombardini 1503, 1603, 2004,2204, 2004/Т і 2204/Т з номінальною потужністю від 26 до 42 кВт [5], запальна порція дизельного палива здійснюється індивідуальними механічними насос-форсунками.

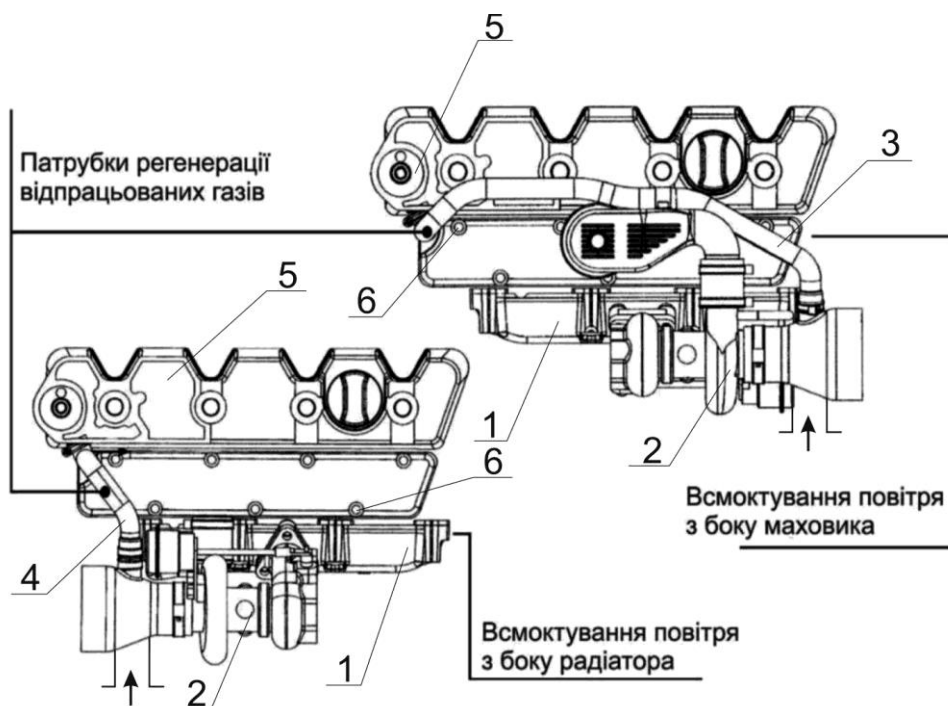


Рисунок 3 – Компонування двох варіантів впускних колекторів і патрубків регенерації ВГ для сімейства дизелів Lombardini з турбонаддувом: 1 – впускний патрубок підводу свіжого повітря; 2 – турбокомпресор з регулятором перепуску ВГ; 3,4 – гумові патрубки регенерації ВГ; 5 – кришка головки двигуна; 6 – впускний колектор

Висновки. Вирішені наступні задачі: наведена конвертація форсованого дизеля у газодизель з застосуванням газопаливної системи живлення ДВЗ для міні вантажної транспортної техніки; розроблена принципова схема пристрою газодизеля з електромагнітним регулятором подачі газу, що управляється від сигналів датчиків, встановлених на рейці насос-форсунок або форсунок механічного типу; наведена схема з'єднання електромагнітного регулятора подачі газу, впускних колекторів і патрубків регенерації ВГ для сімейства дизелів Lombardini з турбонаддувом для мінівантажного автомобіля категорії N1.

Література

1. Система регулювання газодизеля (2009): патент 89683 МПК F02D 19/00 Ліннік Е. В., Бабенко П. Г., Манойло В. М., Серeda В. Г., Туривненко І. П., Міронов М. В.; заявка № а2008 02031 від 18.02.2008; опубл. 25.02.2010, Бюл. № 4.
2. Шапко В. Ф. (2014). Автомобільні двигуни. Основи теорії та характеристики поршневих двигунів внутрішнього згоряння: навчальний посібник. Харків : Точка. 148 с.

3. Трактори та автомобілі. Ч.8. (2013). Практикум. Основи теорії та розрахунку тракторів і автомобілів: навч. посібник. За ред. проф. Лебедєва А. Т. Х.: Факт. 260 с.

4. Абрамчук Ф. І. та ін. (2004). Автомобільні двигуни: підручник. К.: Арістей, 476 с.

5. Lombardini series engines CHD 1-5302-345: LDW 1503 CHD, LDW 1603 CHD, LDW 2004 CHD, LDW 2004/T CHD, LDW 2204 CHD, LDW 2204/T CHD (2006). Repair instructions. 5th Edition 82 p.

УДК: 631.582

РЕСУРСООЩАДНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР: КОМПЛЕКСИ МАШИН

Халін С., канд. екон. наук,

Шустік Л., канд. техн. наук, e-mail: shustik@ukr.net,

Новохацький М., канд. с.-г. наук, доц., e-mail: novokhatskyi@ukr.net

ДНУ «УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого»

В аграрному секторі України на сучасному етапі відчутний вплив змін клімату, високої вартості ресурсів, що загалом вимагає впровадження енергоощадних техніко-технологічних рішень виробництва продукції рослинництва. Таким ефективним напрямком вирощування сільськогосподарських культур може стати спосіб смугового обробітку ґрунту (Strip-till), який поєднує в собі елементи як оранки, так і технології no-till. Цей спосіб представляє собою обробіток смуги, в яку буде висіватися насіння культур, водночас міжряддя залишаються необробленими і вкритими післяжнивними залишками. Оброблена смуга забезпечує в зоні росту й розвитку кореневої системи рослин якісно оброблений ґрунт з різномірним і прийнятним для вегетації культур фракційним складом, з розвиненою мережею тріщин в глибинних горизонтах смуги для аерації, накопичення і збереження вологи, з локально розташованою в раціональних горизонтах дозою мінеральних добрив.

Система обробітку ґрунту в технології Strip-till, для таких культур як наприклад кукурудза та соя, технічно забезпечується певним комплексом машин: на основі оранки (рис. 1, а) – плуг, культиватор, сівалка для широкорядної сівби, оприскувач і комбайн; на основі смугового обробітку (рис. 1, б) – машина для формування смуг, сівалка для широкорядної сівби, оприскувач і комбайн.

Дослідженнями, проведеними в УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, щодо впливу термінів між нарізанням смуг і сівбою кукурудзи визначено, що потрібно виділити достатньо часу між цими періодами для досягнення задовільних ґрунтових умов (наприклад, вологість і щільність насінневого шару). Зазначені результати свідчать про пріоритетність розрізненої схеми виконання технологічних операцій за використання смугового обробітку ґрунту (рис. 1) та підтверджують досліджені нами агротехнічні вимоги до агрегата для формування смуг і до форми сівалки [1].



Рисунок 1 – Матриця реалізації обробітку ґрунту базовими комплексами машин

Цей спосіб включає утворення поперечного профілю стінок розпушених смуг прямокутної або спіралеподібної форми, що забезпечує підвищення стійкості смуги необробленого ґрунту і гарантує можливість переміщення по них коліс тягового трактора [2].

Висновки. Передбачуваний ефект від застосування Strip-till – економія палива й матеріальних ресурсів, оптимізація режиму зволоження ґрунту, захист від водної і вітрової ерозії завдяки покращенню структури ґрунту та наявності пожнивних решток у міжряддях, раціональне використання мінеральних добрив, мінімізація парку машин та підвищена стійкість культур сівозміни до змін клімату.

Література

1. Кравчук, В., Шустик, Л., Погорелый, В., Маринина, Л., Маринин, С., Новохацкий, Н. (2016). Техничко-технологические решения для полосовой обработки почвы. *MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*. Vol. 18. P. 20-31.
2. Кравчук, В. І., Погорілий, В. В., Шустік, Л. П., Маринін, С. П., Пономар, Ю. В., Новохацький, М. Л. (2015). Спосіб смугового обробітку ґрунту при вирощуванні сільськогосподарських культур. *Патент на корисну модель № 98647*. Зареєстровано 12.05.2015.

УДК: 621.313 (075.8)

ОСНОВНІ ПРИЧИНИ ПОШКОДЖЕНЬ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ В АПК

Тесленко О. В., магістр ЗЕТЕ 2301м, Olena.vl.teslenko@gmail.com,

Чепіжний А. В., к.т.н., доцент, завідувач кафедри енергетики та електротехнічних систем, dron-87@ukr.net

Сумський національний аграрний університет

Вступ. В агровиробництві постійно виникає необхідність зниження витрат на експлуатацію та технічне обслуговування (ТО) асинхронних двигунів (АД). Ці витрати можна значно зменшити за умови регулярного контролю стану системи. Це дозволяє вчасно виявляти погіршення стану двигуна, спрощує передбачувану реакцію, зменшує кількість непланових зупинок та несподіваних поломок [1].

Мета роботи. Метою роботи є дослідження та аналіз основних причин пошкоджень АД в агропромисловому комплексі (АПК). Дослідження спрямоване на виявлення факторів, які впливають на надійність і довговічність роботи АД, зокрема умов експлуатації, ТО та впливу зовнішніх середовищ.

Матеріали та методи. При розгляді теми була розглянута наукова література, технічна документація на АД, включаючи експлуатаційні інструкції, дані про надійність, журнали ремонтів, звіти про виходи з ладу та інші документи,

пов'язані з ТО АД. Використанні статистичні дані про частоту й види пошкоджень АД у різних умовах експлуатації в АПК, опитування експертів у галузі експлуатації електрообладнання для виявлення типових причин поломок.

Результати та обговорення. Кожен аграрій розуміє, як важлива техніка для вирощування, переробки і реалізації врожаю та в загальному виразі забезпечення прибутковості агровиробництва. Як уникнути витратних поломок обладнання та забезпечити його ефективність та прибутковість? Розуміння можливих причин поломок обладнання є одним із способів вирішення цих проблем та їх попередження. Для уникнення негативних наслідків, необхідно розуміти, що може призвести до поломок АД та як їх уникнути.

Основні причини пошкоджень АД в умовах серійного виробництва включають [2]:

- помилки кінематики виготовлення деталей;
- відхилення параметрів за межі припустимих значень з точки зору точності;
- дефекти збирання, такі як нерівновага, наявність ексцентриситету, різноманітні перекоси, зазори, відносні зміщення між деталями та елементами, невідповідність технології змащення тощо.

Можливість пошкодження АД обумовлена неправильним вибором електродвигунів на етапі проектування або порушення умов експлуатації.

Серед пошкоджень АД можна виділити основні причини [2-4] :

- низький рівень ТО та ремонтів, виникає через недостатню кількість та кваліфікацію персоналу, а також відсутність сучасного ремонтного обладнання;
- наявність несприятливих умов у навколишньому середовищі, таких як значні коливання температури, висока або низька температура, велика вологість;
- режими експлуатації, такі як механічні перевантаження, нерівномірний графік навантаження, додатково погіршують ситуацію часті пуски АД;
- перенапруги, надструми, низькі напруги, несинусоїдність, асиметрія.

Крім того, низька надійність розподільчих сільських електромереж сприяє загальному погіршенню ситуації.

Також, за проведеними дослідженнями науковців [5] найпоширенішими причинами виведення АД з експлуатації є пошкодження ізоляції обмотки статора та підшипників.

Висновки: Зниження витрат на експлуатацію та обслуговування АД завдання, яке потребує постійного моніторингу. Витрати можна значно скоротити, регулярно контролюючи основні види пошкоджень АД. Це дозволяє завчасно виявляти погіршення роботи двигуна, полегшує реагування та мінімізує позапланові простої та несподівані поломки.

Література

1. Choudhary, Anurag & Goyal, Deepam & Sudha Letha, Shimi & Akula, Aparna. (2018). Condition Monitoring and Fault Diagnosis of Induction Motors: A Review. Archives of Computational Methods in Engineering. 26. 10.1007/s11831-018-9286-z.
 2. V.M. Shavkun, V.V. Linkov. Analiz suchasnykh metodiv diahnostyky tekhnichnoho stanu asynkhronnykh dvyhuniv. [Analysis of modern methods of diagnosing the technical condition of asynchronous motors]. Komunalne hospodarstvo mist, Elektrychna inzheneriia. 2019, tom 5, випуск 151. S.8 – 12.
 3. Rubanenko Olexander. Determination of optimal transformation ratios of power system transformers in conditions of incomplete information regarding the values of diagnostic parameters / Olexander Rubanenko, Oleg Kazmiruk, Valentyna Bandura, Victor Matvijchuk, Olena Rubanenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – № 4/3(88). – P. 66-79.
 4. Subhasis Nandi. Condition monitoring and fault diagnosis of electrical motors – a review / Subhasis Nandi, Hamid A. Toliyat, Xiaodong Li // IEEE transactions on energy conversion. – 2005. – December. – Vol. 20. – No. 4. – P. 719-729.
- O.Ie Rubanenko, A.A. Vydmish. Doslidzhennia poskodzhen asynkhronnykh dvyhuniv 0,4 kV. [Vydmish Investigation of damage to asynchronous motors of 0.4 kV]. VKhNU. 2020. № 5

ВИПРОБУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ: ПРОБЛЕМИ ТА РІШЕННЯ

Макаренко М., доцент, mak_nk@ukr.net,

Державний біотехнологічний університет,

Погорілий В., agrotesthub@ukr.net, ДНУ «УкрНДПБТ ім. Л. Погорілого»

Вступ. Одним із ключових етапів впровадження нових моделей техніки є випробування, які дозволяють визначити її відповідність заявленим характеристикам та умовам експлуатації. Однак процес випробувань стикається з низкою проблем, які можуть впливати на якість та точність отриманих результатів.

Мета роботи. Розглядаються основні проблеми випробувань сільськогосподарської техніки та можливі шляхи їх вирішення.

Ключові проблеми. Для проведення якісних випробувань потрібне сучасне обладнання та технології, які дозволяють точно вимірювати параметри роботи техніки. Фінансування є одним із ключових аспектів успішного проведення випробувань. Однак багато випробувальних центрів та лабораторій стикаються з браком ресурсів, що негативно впливає на якість тестування. Недостатнє фінансування обмежує можливості придбання сучасного обладнання та проведення повномасштабних досліджень, що знижує точність і достовірність результатів тестувань. Це призводить до того, що випробування можуть бути неповними або неточними, що підвищує ризики використання недостатньо перевіреної техніки. Недостатнє фінансування обмежує можливості для впровадження інновацій, що може затримувати впровадження сучасних рішень у випробувальних центрах.

Фінансування дозволяє брати участь у міжнародних проєктах, обміні досвідом та спільних дослідженнях, включаючи фінансування на проведення випробувань відповідно до міжнародних норм, що сприяє підвищенню якості випробувань. Такі проєкти часто вимагають значних інвестицій, особливо коли йдеться про складне обладнання та високоточні технології.

Сільськогосподарська техніка працює в умовах, які сильно варіюються залежно від регіону, сезону, типу ґрунтів та інших факторів. Різні кліматичні умови та типи ґрунтів безпосередньо впливають на роботу сільськогосподарської техніки. Недостатня увага до кліматичних умов та різновидів ґрунтів під час тестувань може призводити до того, що техніка, ефективна в одному регіоні, в іншому виявляється малопридатною.

Кваліфікація спеціалістів, які займаються випробуваннями, є ключовим фактором для точності та достовірності результатів. Недостатній рівень підготовки персоналу може призвести до помилок у проведенні тестувань, некоректної інтерпретації отриманих даних та невірних висновків. Це є значним ризиком, особливо у випадках, коли результати випробувань впливають на безпеку та ефективність використання техніки.

Можливі рішення для покращення якості випробувань сільськогосподарської техніки. Інвестиції в модернізацію випробувальних центрів, придбання нового обладнання та розвиток науково-дослідної бази дозволять забезпечити проведення точних та повних тестувань та розвитку галузі в цілому.

З метою розширення інвестування слід використовувати не лише державну підтримку, а і залучати приватних інвесторів, таких як виробники сільськогосподарської техніки. Компанії можуть інвестувати у розвиток таких центрів через спільні проєкти, угоди про співпрацю або навіть у рамках створення власних випробувальних баз. Це вигідно як для виробників, так і для інфраструктури випробувань, оскільки обидві сторони зацікавлені в отриманні точних і надійних результатів.

Міжнародні організації, такі як Європейський Союз, Всесвітній банк або Програма розвитку ООН, можуть надавати гранти або фінансування для створення та модернізації випробувальних центрів у різних країнах. Участь у міжнародних програмах дозволяє отримати фінансову підтримку та доступ до новітніх технологій, що підвищить рівень випробувальних центрів.

Інвестування у новітні технології, такі як автоматизовані системи збору даних, штучний інтелект для аналізу результатів або роботизовані випробувальні

стенди, дозволяє підвищити точність і ефективність випробувань. Це також знижує експлуатаційні витрати та покращує якість тестувань. Такі інвестиції можуть бути підтримані як державою, так і приватними інвесторами.

Застосування новітніх технологій, таких як цифрові датчики, автоматизовані системи збору даних та аналітичне програмне забезпечення, може значно покращити точність та оперативність проведення випробувань. Цифрові датчики забезпечують високу точність та стабільність вимірювань різних параметрів техніки, таких як тиск, температура, вологість, швидкість тощо. Вони дозволяють отримувати дані з високою роздільною здатністю і без впливу людського фактора, що знижує ймовірність помилок. Ці датчики часто мають вбудовані функції калібрування і корекції, які дозволяють автоматично компенсувати вплив зовнішніх факторів і забезпечити точність даних. Це дозволяє забезпечити стабільність результатів у різних умовах тестування.

Автоматизовані системи дозволяють здійснювати збір даних у реальному часі без необхідності ручного втручання. Це забезпечує швидкий доступ до актуальної інформації, що дозволяє своєчасно виявляти аномалії, коригувати параметри тестування і приймати обґрунтовані рішення на основі актуальних даних. Їх використання значно зменшує затримки, які виникають при ручному зборі даних, і підвищує оперативність проведення випробувань. Це особливо важливо для тривалих або складних тестів, де швидка реакція на зміни є критично важливою.

Аналітичне програмне забезпечення дозволяє швидко обробляти великі обсяги даних, отриманих під час випробувань. Воно включає інструменти для статистичного аналізу, побудови графіків, моделювання і прогнозування, що допомагає виявити тенденції, аномалії та взаємозв'язки у даних.

Використання сучасних алгоритмів, таких як машинне навчання та штучний інтелект, дозволяє автоматизувати процеси аналізу і виявлення закономірностей у даних. Це підвищує точність прогнозів і дозволяє отримати глибші інсайти про продуктивність та ефективність техніки.

Такі рішення дозволяють зменшити людський фактор та підвищити об'єктивність отриманих даних. Крім того, впровадження симуляційних моделей

дозволить оцінювати роботу техніки в різних умовах, зокрема тих, які складно відтворити в реальних випробуваннях.

Новітні технології дозволяють інтегрувати системи збору даних з іншими системами управління та моніторингу, такими як системи управління виробництвом, моніторинг енергоспоживання чи системи управління якістю. Це забезпечує комплексний підхід до оцінки техніки і дозволяє оптимізувати різні аспекти її експлуатації.

Хмарні платформи для зберігання та обробки даних дозволяють отримувати доступ до даних з будь-якого місця і в будь-який час. Це сприяє покращенню співпраці між командами, що займаються випробуваннями, і дозволяє ефективно управляти інформацією.

В цілому автоматизація процесів тестування дозволяє зменшити вплив людського фактору і забезпечити високу повторюваність тестів. Це означає, що випробування можуть бути проведені з такою ж точністю і в однакових умовах, що підвищує надійність результатів.

Підготовка кваліфікованих кадрів є одним із ключових чинників успішного проведення випробувань. Організація навчальних курсів, семінарів та тренінгів дозволить підвищити рівень знань та навичок персоналу, що безпосередньо вплине на якість результатів. Крім того, важливим є обмін досвідом із зарубіжними колегами та участь у міжнародних програмах підготовки.

Міжнародна співпраця у сфері випробувань сільськогосподарської техніки також є важливим аспектом для забезпечення високої якості досліджень. Спільні проекти з міжнародними організаціями, обмін досвідом та інтеграція найкращих практик сприятимуть підвищенню рівня випробувань та дозволять впроваджувати нові технології та підходи, сприяють обміном знаннями і досвідом між країнами та організаціями, що допоможуть вдосконалювати методики тестування та досліджень. Це особливо корисно для країн, що мають різні кліматичні умови або типи ґрунтів, оскільки кожна з них може внести унікальні знання у сферу випробувань.

Висновок. Випробування сільськогосподарської техніки є складним та багатоаспектним процесом, від якого залежить ефективність та безпека її

подальшого використання. Існуючі проблеми, такі як недостатнє фінансування, застаріле обладнання та низький рівень підготовки персоналу, вимагають системного підходу до їх вирішення. Інвестиції у модернізацію випробувальних центрів, впровадження єдиних стандартів, використання сучасних технологій та підвищення кваліфікації спеціалістів сприятимуть підвищенню якості випробувань та дозволять аграрному сектору ефективно використовувати сучасну техніку.

Література

1. Smith, D. W., Sims, B. G., & O'Neill, D. H. (1994). Testing and evaluation of agricultural machinery and equipment: Principles and practices (№110). *Food & Agriculture Org.*
2. Eikel, G., Rademacher, T. (2001). Testing of agricultural machinery. *LANDTECHNIK SH 1/2001*. <https://www.agricultural-engineering.eu/landtechnik/article/view/2001-56-SH1-198-201>
3. Lanças, K. P., Marques Filho, A. C., Santana, L. S., Ferraz, G. A. E. S., Faria, R. O., & Martins, M. B. (2024). Agricultural Tractor Test: A Bibliometric Review. *AgriEngineering*, 6(3), 2229-2248.
4. Mehta, M L., Singh, S. K., Verma, Pradeep Rajan [https S. R. \(2024\). Testing and Evaluation of Agricultural Machinery 2nd Revised & Enlarged Edn](https://www.astralint.com/images/FlyerImgs/9789351249900.pdf)
<https://www.astralint.com/images/FlyerImgs/9789351249900.pdf>

УДК 634.0.3.36.001.4

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ МАШИН ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ ГІЛКОВО-СТОВБУРНОЇ БІОМАСИ

Думич В. В., старший науковий співробітник, dumych1963@ukr.net

Львівська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

Вступ. За середньорічними даними, підприємства Держлісгоспу України заготовляють близько 15,0 млн. м³ деревини, з якої для виробництва твердого біопалива використовується менше 4,0 млн. м³ деревини. В процесі лісозаготівлі утворюється близько 2,20 млн. м³/рік порубкових залишків, які спалюються або згнивають на зрубках [1].

Досвід зарубіжних країн (Швеція, Фінляндія, Литва) показує, що деревна тріска з порубкових залишків є основним паливом в котельнях та ТЕЦ [2, 3]. Проте, в Україні це джерело енергії використовується в незначних обсягах. Для опалення будівель населення та виробництва тепла в котельнях малої потужністю здебільшого використовуються дрова.

Для раціонального використання потенціалу деревної біомаси необхідно вирішити декілька завдань, зокрема, технічне забезпечення процесу збирання і переробки деревини в тріску. Машини для підбирання і транспортування стовбурно-гілкової біомаси до місць переробки посідають одне з найбільш важливих місць в технологічному процесі виробництва палива з порубкових залишків.

Мета роботи. Метою роботи є аналіз конструкцій та визначення тенденцій розвитку машин для транспортування стовбурно-гілкової маси, що дозволить господарникам підібрати сучасні технічні засоби для відповідних обсягів робіт, а виробникам техніки розробити і налагодити виробництво перспективних надійних і якісних машин.

Матеріали і методи. Огляд технічних засобів здійснювався за аналізом та порівнянням їхнього функціонального призначення і конструкційних особливостей.

Результати та обговорення. Щільність гілково-стовбурної маси знаходиться в межах від 80 до 180 кг/м³. Відтак, транспортування цієї біомаси в насипному виді є не ефективним.

На даний час в лісових господарствах світу, для збирання та транспортування порубкових відходів широко використовують машини на базі колісного форвардера, на задній піврамі якого встановлено маніпулятор із захопою та встановленою спеціальною платформою. Це дозволяє збільшити вантажопідйомність машин. Якщо форвардер середніх розмірів зі стандартним об'ємом вантажного відсіку може перевозити близько 4-5 м³ гілково-стовбурної біомаси, то за відповідної модернізації, об'єм вантажу може бути збільшено до 8-14 м³ [4].

Під час завантаження порубкові залишки необхідно ущільнювати грейфером, навантажувати понад висоту бортів, а під час транспортування притискати маніпулятором.

Для зменшення пошкодження ґрунтового лісового середовища форвардери оснащуються різними пристроями. Наприклад, форвардер John Deere 1510G (рис. 1 а) завдяки спеціалізованій установці довгої задньої осі візка та гумових гусениць має незначний тиск на ґрунт, забезпечує покращену та екологічно чисту роботу та продуктивність на м'якому ґрунті [5]



а



б

Рисунок 1 – Самохідний форвардер для збирання біомаси John Deere 1510G (а) та комбінована машина BuffaloDual+EH25 (б)

Фінська компанія Ponsse комплектує форвардер BuffaloDual грейфером з харвестерною головою EH25 (рис. 1 б). Така комбінована машина може валити дерева, підбирати і розрізати на частини, завантажувати їх на візок і транспортувати деревну масу до площадок перевантаження чи переробки [6].

Крім збирання порубкових деревних залишків форвардери у комплектації з харвестерними головками можуть застосовуватися для проведення рубок догляду в молодняках (освітлення та прочищення), а також для розчищення площ від небажаної тонкомірної дерево-чагарникової рослинності з метою заготівлі біомаси для енергетичних цілей. Деревна сировина (гілячки, верхівки дерев, дрібні дерева та інші) завантажуються на платформу форвардера грейферним маніпулятором.

Під час завантаження маніпулятор натискає на деревну масу на платформу, ущільнюючи її.

Проте, щільність деревного матеріалу на платформі є досить низькою, тому фірми-виробники техніки запропонували декілька рішень збільшення маси деревини, яка перевозиться форвардерами.

Фірма Ponsse комплектує форвардери Elephant, Buffalo та Elk системами Variable Load Area (VLA) (рис. 2), які дозволяють змінювати ширину вантажного візка.



Рисунок 2 – Форвардер з системою VLA: а) загальний вигляд; б) під час виконання технологічного процесу

Зміна ширини може здійснюватися механічно або за допомогою гідравлічної системи. За використання гідравлічного приводу, зміною ширини візка можна керувати з кабіни енергозасобу. Таке рішення збільшує гнучкість у заготівлі різних лісоматеріалів: змінна площа завантаження полегшує заготівлю промислової деревини та збільшує об'єм завантаження при заготівлі енергетичної деревини, суттєво покращуючи продуктивність заготівлі, коли вантажопідйомність і потужність машини може бути використана краще. Ваги PONSSE LoadOptimizer гарантують правильний розміщення вантажів і надають точні звіти про обсяги транспортування [7, 8].

Фірма Ponsse також продукує форвардери обладнанні системами перевезення порубкових залишків Brush Transportation System (BTS). Фірма представляє декілька типів таких систем декілька типів систем BTS.

кузовом з бортами або рухомими стійками для транспортування деревної біомаси (рис. 5 а).



а



б

Рисунок 4 – Форвардери з візками для біомаси: а) форвардер Ponsse BIO з системою Brush Transportation System-Sweden; б) харвардер моделі Vimek 610 SE BioCombi

Фірма Ponsse виготовляє форвардер з рухомими бортами (рис. 5 б), які керуються гідравлічно – під завантаження опускаються, збільшуючи площу завантаження, а після завантаження піднімаються ущільнюють завантажену масу, зменшуючи габаритну ширину і поліпшуючи умови транспортування.



а



б

Рисунок 5 – Причіпні лісові візки форвардери: а) OTL; б) PONSSE

Вітчизняний виробник “Завод Кобзаренка” продукує причіп-лісовоз ПЛ-4 (рис. 6) з вантажною платформою із серпоподібними гідравлічно керованими стійками та маніпулятором PALMS 7.72 (або Palms 7.86). Причіп обладнаний шасі

з балансною підвіскою ADR (Італія). Він має вантажопідйомність 6000 кг і агрегується з тракторами потужністю 80-150 к.с. Вантажопідйомність маніпулятора на максимальному вильоті стріли - 870 кг (630 кг). Кут повороту стріли маніпулятора – 360 градусів [10].

Під час завантаження стійки розкриваються, що дозволяти збільшити ширину вантажної платформи і обсяги завантаження енергетичної деревини. Після завантаження стійки закриваються, стискають завантажений матеріал



Рисунок 6 – Причіп-лісовоз ПЛ-4

Висновки. Щільність гілково-стовбурної маси знаходиться в межах від 80 до 180 кг/м³. Відтак, транспортування цієї біомаси в насипному виді є не ефективним. Тому для перевезення порубкових залишків застосовуються технічні засоби із збільшеними об'ємами вантажних платформ або оснащені механізмами ущільнення біомаси. Конструкції машин для транспортування гілково-стовбурної біомаси розвиваються в напрямку: створення вантажних візка з механізмом зміни ширини платформи; оснащення вантажних платформ рухомими серпоподібними стійками, які приводяться в дію гідросистемою чи двома рухомими бортами, які можна відкривати або закривати за допомогою гідравліки.

Література

1. Гелетуха Г.Г., Желєзна Т.А., Драгнєв С.В., Баштовий А.І. Аналіз можливостей заготівлі деревного палива в лісах України // Промислова теплотехніка. – 2018, т. 40, № 1, с. 61-67. DOI <https://doi.org/10.31472/ihe.1.2018.09>

2. Крамар В.Г. Аналіз зарубіжного досвіду для розширення виробництва і постачання деревної тріски в Україні // Теплофізика та теплоенергетика, 2022, т. 44, № 3, с. 84-89. DOI <https://doi.org/10.31472/ttpe.3.2022.8>,
3. Giuntoli J., et al. Carbon accounting of bioenergy and forest management nexus. A reality-check of modeling assumptions and expectations, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 134, 2020, 110368, ISSN 1364-0321, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110368>
4. Recovery of forest residues. URL: <https://www.eubia.org/cms/wiki-biomass/biomass-resources/challenges-related-to-biomass/recovery-of-forest-residues/>
5. Forestry management. URL: <https://www.ansteeservices.co.uk/our-services/forestry/>(дата звернення: 11.04.2023)
6. SH Jord och Skog. URL: <https://www.shjordochskog.se/tjanster/skog/>
7. PONSSE. Product news URL: <https://mb.cision.com/Main/18192/2769948/1012223.pdf>
8. PONSSE BIOENERGY HARVESTING TECHNOLOGY. Efficient harvesting of energy wood!: Ponsse bioenergy, б.р. 37 с.
9. Mechanised energy harvesting. *Wood SA & Timber Times*, Jan. 2011, C. 9-11
10. Forestry forwarder 610 SE BioCombi. URL: <https://www.agriexpo.online/prod/vimek-ab/product-182393-59298.html>
11. Причіп-лісовоз ПЛ-4. URL: <https://www.kobzarenko-energy.com.ua/produksiia/tekhnika-dlia-perevezennia/prychip-lisovoz-pl-4>

ПОПЕРЕЧНІ КОЛИВАННЯ КОЛІСНОГО БЕЗРЕСОРНОГО ТРАКТОРА

Калінін Є. І., докт. техн. наук, проф., kalinin@nubip.edu.ua,

Лемішко Д. С., асистент, lemishko.dasha@nubip.edu.ua

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Козлов Ю. Ю., мол. наук. співроб., urgenurgen@gmail.com

Харківська філія ДНУ УкрНДПБТ ім. Л. Погорілого

Вступ. Колісні трактори є одними з найважливіших видів техніки в сільському господарстві, будівництві та інших галузях, де потрібна висока прохідність і здатність до роботи в різноманітних умовах. Незважаючи на численні переваги, такі як простота конструкції та низька вартість обслуговування, колісні безресорні трактори мають свої особливості, які можуть впливати на їхню ефективність та довговічність. Однією з таких особливостей є схильність до поперечних (бічних) коливань, що виникають під час руху по нерівних поверхнях.

Поперечні коливання можуть стати причиною зниження керованості, стійкості та комфорту водія. У гіршому випадку, інтенсивні коливання можуть призводити до механічних пошкоджень компонентів трактора, збільшення зношування шин і інших важливих елементів, що в кінцевому рахунку знижує продуктивність техніки та підвищує витрати на її обслуговування.

Причини виникнення поперечних коливань можуть бути різними: нерівності поверхні, зміна типу ґрунту, динамічні навантаження, спричинені нерівномірним розподілом ваги, або конструктивні особливості самого трактора. Відсутність підвіски, яка могла б амортизувати коливання, ускладнює завдання зменшення їхньої інтенсивності, що особливо актуально для безресорних моделей тракторів.

Актуальність дослідження поперечних коливань зумовлена необхідністю підвищення надійності та ефективності роботи колісних тракторів у різних умовах. Зважаючи на те, що ці трактори широко використовуються в аграрному секторі, де часто доводиться працювати на нерівних полях, дослідження факторів, що впливають на поперечні коливання, є важливим завданням для інженерів та науковців.

Мета роботи. Метою даної статті є детальний аналіз причин і наслідків поперечних коливань колісного безресорного трактора, а також розробка рекомендацій щодо мінімізації їх негативного впливу на експлуатаційні характеристики машини. В ході дослідження будуть розглянуті як теоретичні аспекти, так і результати експериментальних випробувань, які дозволять зробити обґрунтовані висновки щодо шляхів підвищення стабільності і керованості тракторів в умовах експлуатації.

У статті наводяться деякі результати дослідження характеру поперечних коливань колісних тракторів, що мають універсальний шарнір між секціями або балансирний передній міст.

Поглиблене розуміння природи поперечних коливань і їх впливу на роботу трактора може сприяти вдосконаленню конструкцій сучасних моделей та розробці нових технологічних рішень, що підвищують продуктивність та безпеку сільськогосподарських і будівельних робіт, виконуваних за допомогою колісних тракторів.

Матеріали і методи. У ході дослідження поперечних коливань колісного безресорного трактора були використані такі матеріали та обладнання: колісний безресорний трактор, оснащений стандартними шинами і типовою масою та габаритами. Основні технічні характеристики трактора включають його масу, габаритні розміри, висоту центру мас, момент інерції та інші параметри, що впливають на динаміку коливань. Використовувалися шини, відповідні даній моделі трактора, з відомими характеристиками жорсткості і демпфування. Ці параметри є критичними для розуміння того, як шини реагують на нерівності поверхні і як це впливає на поперечні коливання. Використовувалися математичні моделі для опису динаміки трактора в поперечній площині. Модель включала диференціальні рівняння руху, що враховували масу трактора, момент інерції, жорсткість і демпфування шин, а також зовнішні сили, викликані нерівностями поверхні.

Результати та обговорення. Для випадку прямолінійного руху трактора з постійною швидкістю диференціальні рівняння коливання у поперечній площині будуть

$$\left. \begin{aligned}
& M_1 \ddot{y}_1 + M_2 \ddot{y}_2 + \frac{m_1 h_1 (l_2 + c_1) + J_{01}^{xz}}{L} \ddot{\beta}_1 + \\
& \frac{m_2 h_2 (l_2 - c_2) + J_{02}^{xz}}{L} \ddot{\beta}_2 = P_{1n}^y + P_{1np}^y \\
& J_1^{xx} \ddot{\beta}_1 + \frac{m_2 h_2 (l_2 + c_2) + J_{01}^{xz}}{L} \ddot{y}_1 + \\
& \frac{m_1 h_1 (l_1 - c_1) - J_{01}^{xz}}{L} \ddot{y}_2 = (P_{1n}^z - P_{1np}^z) b - \\
& - (P_{1n}^y + P_{1np}^y) d + G_1 h_1 \beta_1; \\
& M_2 \ddot{y}_2 + M_3 \ddot{y}_1 + \frac{m_2 h_2 (l_1 + c_2) - J_{02}^{xz}}{L} \ddot{\beta}_2 + \\
& \frac{m_1 h_1 (l_1 - c_1) - J_{01}^{xz}}{L} \ddot{\beta}_1 = P_{2n}^y + 2P_{2np}^y; \\
& J_2^{xx} \ddot{\beta}_2 + \frac{m_2 h_2 (l_1 + c_2) - J_{02}^{xz}}{L} \ddot{y}_2 + \\
& \frac{m_2 h_2 (l_2 - c_2) - J_{02}^{xz}}{L} \ddot{y}_1 = (P_{2n}^z - P_{2np}^z) b - \\
& - (P_{2n}^y + P_{2np}^y) d + G_2 h_2 \beta_2,
\end{aligned} \right\} \quad (1)$$

де y_1, y_2 – горизонтальні поперечні переміщення точок 1 і 2 над передньою та задньою осями; β_1 і β_2 – поперечно-кутові коливання передньої та задньої секцій трактора; M – маса трактора; m_1, m_2 і G_1, G_2 – маси та ваги передньої та задньої секцій; J_1^{xx}, J_2^{xx} – моменти інерції передньої та задньої секцій щодо осі горизонтального шарніра; J_{01}^{xz}, J_{02}^{xz} – відцентрові моменти інерції секцій інерції щодо осей, паралельних осям XZ і проходять через центри мас секцій; P_i^z, P_i^y – вертикальні та бічні реакції поверхні шляху, діють на колеса трактора та залежать від параметрів системи та профілю нерівностей; M_1, M_2 і M_3 – приведені маси, що обчислюються за формулами

$$M_1 = M \frac{l_2^2 + \rho_z^2}{L^2}; M_2 = M \frac{l_1^2 + \rho_z^2}{L^2}; M_3 = M \frac{l_1 l_2 - \rho_z^2}{L^2}; \quad (2)$$

ρ_z – радіус інерції трактора щодо вертикальної осі, що проходить через центр мас.

Система диференціальних рівнянь (1) відповідає розрахунковій схемі трактора з

універсальним шарніром між секціями. Трактор з балансирним переднім мостом знак h_1 в рівняннях слід змінити на зворотний.

Приведена маса M_3 характеризує зв'язок між лінійними поперечними коливаннями точок трактора над передньою та задньою осями при поворотах корпусу щодо осі Z , що проходить через його центр мас. Зв'язок відсутній при $M_3=0$, тобто $P_z^2 = l_1 l_2$.

Коефіцієнти зв'язку $m_1 h_1 \frac{(l_1 - c_1) - J_{01}^{xz}}{L}$ і $m_2 h_2 \times \frac{(l_2 - c_2)}{L}$, що характеризують зв'язок між коливаннями передньої та задньої секцій, мають неоднакові значення для тракторів з різними типами шасі. Для трактора з універсальним шарніром величини $l_1 - c_1$ і $l_2 - c_2$ малі і при дециці відцентрових моментів інерції J_{01}^{xz} і J_{02}^{xz} , а також при $M_3=0$ рівняння поперечних коливань передньої та задньої секцій стають незалежними:

$$\left. \begin{aligned} M_i \ddot{y}_i + m_i h_i \frac{l_\kappa + c_i}{L} \ddot{\beta}_i &= P_{i\ l}^y + P_{i\ np}^y; \\ J_i^{xx} \ddot{\beta}_i + m_i h_i \frac{l_\kappa + c_i}{L} \ddot{y}_i &= (P_{i\ l}^z + P_{i\ np}^z) b - \\ &- (P_{i\ l}^y + P_{i\ np}^y) d + G_i h_i \beta_i \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Для передньої секції $i=1$; $\kappa=2$, для задньої $i=2$; $\kappa=1$. У трактора з балансирним переднім мостом $l_2 - c_2 \neq 0$, і тому всі рівняння системи (1) пов'язані між собою, а характеру зв'язку між окремими видами коливань залежить від конкретних параметрів машини. Величина коефіцієнтів зв'язку в рівняннях (1) також істотно впливає на положення миттєвих центрів поперечних коливань трактора.

Таким чином, запропоновані рівняння дозволяють уточнити фізичну картину процесів поперечних коливань колісних безресорних машин, а також провести аналіз впливу на них конструктивних параметрів та умов експлуатації. З приведених даних випливає, що оцінку плавності ходу такого типу тракторів при русі бездоріжжям доцільно проводити з урахуванням спільної дії як вертикальних, так і поперечних прискорень.

Висновки. Дослідження поперечних коливань колісного безресорного трактора показало, що це явище може суттєво впливати на керованість, стійкість і комфорт роботи трактора. Основними факторами, що впливають на амплітуду і частоту коливань, є швидкість руху, тип ґрунту та нерівності поверхні. Запропоновані практичні рекомендації можуть допомогти зменшити негативний вплив коливань і підвищити ефективність роботи трактора.

Подальші дослідження в цій галузі можуть бути спрямовані на розробку нових конструктивних рішень, що дозволять знизити поперечні коливання та покращити експлуатаційні характеристики тракторів.

Література

1. Роберт Н. Пріппс, Ендрю Морланд (2021). Полная книга классических тракторов Ford. 192 с.
2. Гарри Л. Филд, Джон М. Лонг (2018). Введение в технологию сельскохозяйственного машиностроения: подход к решению проблем. 456 с.
3. Sorainen Esko, Vähänikkilä Aki, Taattola Kirsti, Rytönen Esko. Vibration of agricultural tractors. Institute of Noise Control Engineering of the USA - 35th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering. 5 p.
4. Godzhaev Zakhid, Senkevich Serge, Malakhov Ivan, Uyutov Sergey (2023). Development of a mathematical model of the oscillatory system of agricultural mobile power equipment with attachments for the creation of their adaptive springing systems. 16th International Scientific and Practical Conference on State and Prospects for the Development of Agribusiness, INTERAGROMASH
5. Калінін Є.І., Серєда Б.П., Колесник І.В., Романченко В.М. (2022) Математична модель руху колісного трактора з обліком його вертикальних і горизонтальних коливань. *Математичне моделювання* № 2(47). 13 с.

СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ДОМІШОК У ОЛІЙНІЙ СИРОВИНІ

Мельник С., аспірант, stealths1978@gmail.com,

Кошулько В., канд. техн. наук, доцент, в.о. завідувача кафедри харчових технологій,
koshulko.vs@dsau.dp.ua,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Мельник М., технічний директор, mykhaylo.melnyk@gmail.com

ТОВ НВО «Сортувальні машини»

Вступ. Використання не тільки ресурсу цінних відходів, але й повне використання відходів технологічних процесів є основа концепції «циркулярної економіки» [1] як нової економічної моделі, яке стримується відсутністю багатьох можливостей для визначення кількості цільових фракцій у відходах, Це недостатність технічного регулювання, методичного забезпечення визначення складу відходів, відсутність технічного забезпечення для аналізів тощо.

На стан розробки проблеми, на економічну доцільність і технічне забезпечення визначення фракційного складу відходів олієдобування зверталися провідні науковці України: Котов Б.І., Степаненко С.П., Михайлов Є.В., Чурсінов Ю.О., Алієв Е.Б., Задосна Н.О., Петік П.Ф. та інші.

Мета роботи. Мета роботи є початкові заходи впровадження концепції «циркулярної економіки» на оліє-екстракційних підприємствах, а саме заходи ідентифікації ресурсу цінних відходів, їх кількості та визначення напрямків використання.

Матеріали і методи. Перспективними заходами у напрямку реалізації нової концепції є початкова ідентифікація кількості відходів переробки насіння соняшника: це сміття насіння при вхідному сортуванні насіння та відходи технологічної операції шеретування – лушпиння соняшника. Обсяги відходів становлять у насінні соняшника 1 класу до 3% олійної домішки та 1% сміттевої домішки від кількості переробленого насіння [2], а лушпиння – до 17% (при

кількості лушпиння у насінні соняшника до 25% та кількості лушпиння у ядрі при пресуванні до 8%).

Стандартом ДСТУ 7123:2009 рекомендована методика ручного розбирання з періодичністю один раз на місяць. Крім того, метод не дозволяє визначити кількість олійної домішки, визначається масова частка жиру та екстрактивних речовин згідно до ГОСТ 13496.15. Зважаючи на той факт, що лушпиння має ботанічну олійність, сорбційну олійність та олійність, яка внесена з олійною домішкою, а метод визначає загальну кількість речовин, розчинних у нафтових розчинниках, то існуючі методики спотворюють не тільки вміст тригліцеридів у лушпинні, але й не дозволяють використати результати аналізу для оперативного корегування технологічного процесу.

Результати і обговорення. Вивчення технологій вилучення тригліцеридів із лушпиння свідчить про економічну доцільність добування тільки олії із олійної домішки, сорбційну олійність доцільно зменшувати спеціальними технологічними засобами, а ботанічна олійність залишається тим резервом, на який потрібно звертати увагу агроінженерії у майбутньому.

Олійна домішка не однорідна за складом. Найбільшим вмістом за вагою мають 5 фракцій, які можливо відокремити за допомогою решітного, пневматичного, повітряного, аеродинамічного та аспіраційного способів взаємодії суміші лушпиння з робочими органами лабораторної машини.

Доступним заходом вирішення проблеми відсутності спеціального лабораторного обладнання для визначення кількості олійної домішки є залучення існуючого лабораторного обладнання.

Існує безліч моделей лабораторного обладнання, розсівів, дія якого заснована на решітному способі взаємодії робочого органу з зерною сумішшю якими надаються додаткові можливостей, але які скорочують в основному час проведення аналізів на засміченість, цей тип обладнання забезпечує проведення аналізу лише за морфометричними показниками подільності зернової суміші. Це спотворює реальну картину вмісту олійної домішки у смітті та продуктах проміжної переробки насіння.

Метод визначення сміттевої та зернової домішок на аналізаторі засміченості У1-ЕА3-М реалізує як решітний метод, так і повітряний метод. Барабанний решітний модуль продувається потоком повітря, реалізуючи так само ще два способи взаємодії повітряного потоку і зернової суміші - повітряний спосіб за вітрильністю та аспіраційний спосіб за виваженістю частинок зернової суміші.

Ряд моделей лабораторного обладнання реалізують два способи взаємодії зернової суміші і повітряного потоку. Обов'язково є присутнім аспіраційний спосіб і один із способів взаємодії зернової суміші і повітряного потоку.

Лабораторні повітряний аналізатор насіння, LABORATORY AIR SCREEN CLEANER компанії WESTRUP A/S, та сепаратор Pfeuffer Auto Sample Cleaner реалізують способи взаємодії зернової суміші по вітрильності і аспіраційний спосіб.

Малогабаритний аспіратор LA- DUAL призначений для розділення зернової суміші на аспіраційну фракцію за аеродинамічними характеристиками на дві або три фракції у горизонтальному повітряному потоку повітря.

Фотоелектронний сепаратор для визначення засміченості насіння Mini Color Sorter Mini 32 проводить сортування різноманітного зерна, насіння за кольором, формою, розміру і структурі. Фотосепаратори дають прийнятні результати при сортуванні насінневої суміші, частки яких мають близькі морфологічні ознаки, але їх неможливо застосувати при сортуванні сміття та відходів. Скидачі пневматичного типу, при спрацьовуванні яких утворюється хмара аспіраційного пилу та дрібних відходів, порушує поле фотофіксації та у домішку потрапляє неприпустимо велика кількість сміття. Таким чином, сортування сміття та відходів неможливе на фотосепараторах через припинення сортування.

Ринок лабораторного обладнання наповнений моделями різних торговельних марок і виробників, ось їх неповний перелік: And, Bastak, BCC, Chopin, Dickey-John, Draminski, Erkaya, Farmex, Force-A, Foss, GODE, Isoelectric та інші. Однак у всіх моделях лабораторного обладнання не реалізовані конструкції, що використовують всі доступні способи сортування сумішей за відомими ознаками подільності частинок сміття і відходів, і не створюється агрегатоване лабораторне обладнання.

Авторами проведено дослідження різних способів для сортування зерновідходів з метою вилучення найбільшої кількості зернової та олійної домішки для подальшої переробки та запропоновано конструктивне рішення лабораторного агрегату (рисунок 1) [3], оснащеного модулями аеродинамічного, аспіраційного, пневматичного, повітряного сортування у вертикальному висхідному повітряному потоці.

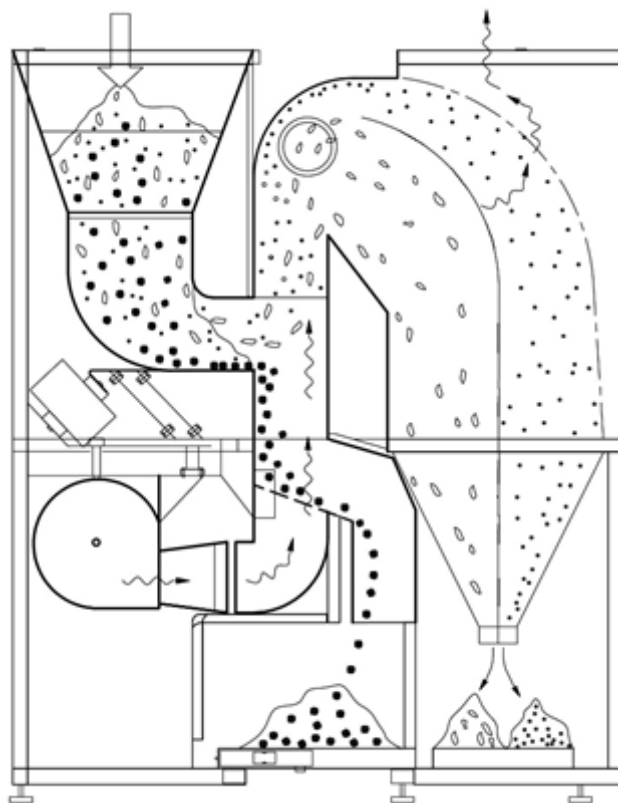


Рисунок 1 – Технологічна схема лабораторного агрегату

Сепараційний канал забезпечує зональний розподіл швидкості повітряного потоку вздовж сепараційного каналу, агрегат має пристрої для аеродинамічної стабілізації повітряного потоку, сепараційний канал забезпечує зону створення та підтримки псевдозрідженого шару для зниження внутрішнього опору сировини [4], джерело повітряного потоку є генератором ламінарного повітряного потоку, агрегат має можливість автоматично налагоджувати технологічний режим сортування при зміні партії сировини.

Висновки. Авторами запропоновано конструктивне рішення лабораторного агрегату, оснащеного модулями аеродинамічного, аспіраційного, пневматичного, повітряного сортування у вертикальному висхідному повітряному потоці з метою

сортування зерновідходів та вилучення найбільшої кількості зернової та олійної домішки для подальшої переробки.

Література

1. Зварич І. Я. Імплементація плану дій ЄС у сфері циркулярної економіки. Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: "Міжнародні економічні відносини та світове господарство", 2019 г., Т. 1, 25, с. 93-98.

2. Чурсінов Ю. О., Луценко М. В., Кудрявцев І. М. Техніко-економічне обґрунтування доцільності сортування відходів зернових та олійних культур. [ред.] Рева О.М., Київ, Наука, технології, інновації. 2(22), 29 06 2022 г., с. 61-67.

3. Спосіб сепарації сипучої суміші у текучому двостадійному середовищі: пат.156504, Україна: МПК (2024.01) A01F 12/44, B07B 4/00; №202305759u; заявл. 29.11.2023р.; опуб.03.07.2024р., Бюл.№27.

4. Адаптивний аналізатор домішок у суміші зерна з програмованими параметрами: Україна: МПК F01F 12/44 (2006.1). №202303879u; заяв. 14.08.2023 р.

УДК 631.316

ФОРМУВАННЯ СТРАТЕГІЇ З ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНІКО- КОНСТРУКЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ КУЛЬТИВАТОРНОЇ ЛАПИ

Блезнюк О. В., канд. тех. наук, доцент кафедри тракторів і автомобілів,
bleznyuk@ukr.net

Ковальов О. В.,

Авраїмов В. В.,

Державний біотехнологічний університет

Вступ. Розвиток землеробської механіки означений появою лезових робочих органів різного конструктивного виконання, що зумовлено їх застосуванням відповідно до вимог та умов в технологічному процесі вирощування сільськогосподарських культур. Однією з особливостей застосування лезових робочих органів як культиваторних лап є взаємодія з ґрунтовим середовищем за якої робоча поверхня і різальна крайка змінюють свій профіль, форму у наслідок

спрацювання, що визначає необхідність їх заміни або відновлення внаслідок підвищення тягового опору, витрат паливно-мастильних матеріалів, невідповідності до кількості підрізаних бур'янів, нестійкого ходу за глибиною обробітку тощо.

Тривалість та ефективність роботи робочих органів культиваторів безпосередньо залежить від їх конструкції, матеріалу виготовлення та умов експлуатації. Однак, існуючі конструкції робочих органів в більшості не мають достатньої довговічності. В даний час у вітчизняному сільськогосподарському машинобудуванні практично всі робочі органи ґрунтообробних машин виготовляються із трьох основних видів сталей: 65Г, 45, Л53. Зносостійкість та міцність цих сталей невисокі.

Робочі органи ґрунтообробних машин в основному схильні до абразивного зносу. За даними досліджень [1, 2, 3] процес абразивного зносу носить характер мікрорізання твердими абразивними частинками та втомного руйнування мікрооб'ємів, визначний закономірностями зносу від твердості та тиску.

Пошук вирішення даної проблеми з підвищення експлуатаційної надійності рухається за різним напрямом, що включає в себе підхід біоніки, пошук раціональної форми з природи, залучення математичного моделювання з використанням програмного забезпечення, визначення оптимального хімічного складу і фізичних властивостей металу, зміцнення робочої поверхні зносостійким матеріалом, використання змінних елементів.

Мета роботи. Дослідити конструктивні особливості виготовлення культиваторних лап складальної будови, зі змінними елементами, задля вдосконалення техніко-конструкційних параметрів лап і відповідно підвищення їх експлуатаційної надійності.

Матеріали і методи. Дослідження процесів зношування лезових робочих органів вказує на те, що інтенсивність їхнього перебігу залежить від швидкості процесу руйнування мікрооб'єму матеріалу при кожному контакті абразивної частки з робочою поверхнею [4, 5]. Відтак лезо ґрунторізальних робочих органів у процесі експлуатації втрачає працездатність і потребує відновлення.

Шляхом лабораторних і експлуатаційних випробувань серійних і дослідних зразків культиваторних лап встановлені закономірності спрацювання різальних елементів лап [6, 7]. Так у серійних стрілчастих лап зношування носка відбувається посиленими темпами і вибраковуюються ці лапи при відпрацюванні близько 30 гектарів. При цьому ресурси крил використовуються тільки на 30-40%, що вказує на неефективність використання металу. У зв'язку з вищевикладеним можна відзначити, що ресурси крил лапи можна максимально використовувати як її носок, а це потребує зміни конструкції лапи і параметрів зміцнення крайки леза.

Результати і обговорення. Означимо, що існує досить широкий розкид чинників впливу на процес зношування пов'язаний з різноманітністю фізико-хімічного складу та стану середовища обробітку, що спонукає дослідників розробляти і досліджувати техніко-конструкційні параметри культиваторних лап для відповідних умов використання. Намагання створити універсальні ґрунтообробні робочі органи до варійованих умов використання визначено проектуванням складної геометрії робочого профілю леза, однак в більшості випадків це суцільна конструкція яку можна виділити як недолік і по-друге майже не простежується рекомендаційний характер відповідності форми і способу зміцнення до ґрунтово-кліматичних умов застосування, використання даних робочих органів. Використання культиваторних лап складальної будови, зі змінними елементами, дозволяє знівелювати вказані вище недоліки шляхом застосування змінних лез культиваторної лапи. Розглянемо відповідні протиріччя щодо способу кріплення складових культиваторної лапи складальної будови.

Перше згадування в літературних джерелах щодо культиваторної лапи складальної будови означено в роботах дослідника Канівця І.Д. [8], він досліджував процес зношування лезових робочих органів: леміш плуга, культиваторна лапа, в посушливих південних районах України і визнав, що доводиться досить часто виконувати заміну робочих органів в деяких випадках щозміни і запропонував до використання культиваторну лапу зі змінним лезом (рис. 1). Застосовувався технологічний прийом кріплення леза до корпусу за допомоги заклепок, саме лезо виготовлялось зі сталі 40, з верхнім кутом загострення 15-17° і нижнім зміцненням.

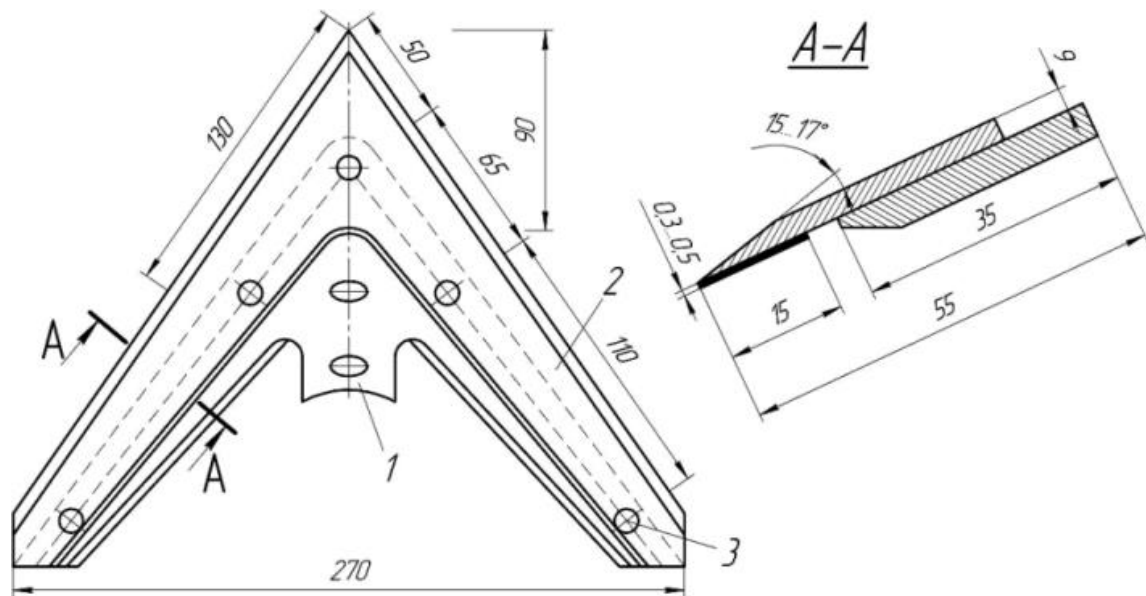


Рисунок 1 - Культиваторна лапа складальної будови, розробник Канівець І.Д.: 1 – корпус; 2 – змінне лезо; 3 – заклепки

Кріплення змінного леза за допомоги заклепок також було використано на культиваторних лапах без хвостовика, однак дослідники з ННЦ ІМЕСГ [9], що приймали участь в розробці технології відновлення культиваторної лапи без хвостовика (рис. 2), запропонували використовувати гвинтове з'єднання. Аргументуючи це наступним, що у процесі експлуатації при спрацюванні культиваторної лапи до граничних розмірів унеможлиблюється заміна лез за даним способом кріплення в польових умовах. Це призводило до витрати додаткового часу на зняття, транспортування, відновлення культиваторної лапи в умовах майстерні. Технологія запропонована дослідниками передбачала виконання ремонтних дій в польових умовах, для цього необхідно було мати комплект запасних лез і викрутку, за допомоги якою необхідно було викрутити і закрутити чотири гвинти. Сам технологічний процес відновлення передбачав висвердлювання заклепок, зняття зношеної частини культиваторної лапи, виготовлення ремонтних вставок зі зміцненням електроерозійною обробкою за площиною та електродами Т-590 в носовій частині та на кінцях крил, після їх зварювання. Гвинтове з'єднання виконуються шляхом свердління отворів в крилах та підшві діаметром 6,7 мм під гвинти М8 в спеціальному кондукторі, в підшві

нарізується різьблення М8, а в крилах робиться свердлення діаметром 8,5 мм з наступним зенкуванням.

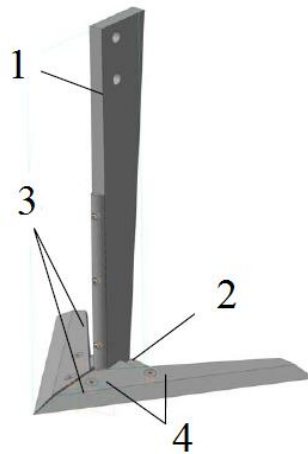


Рисунок 2 – Культиваторна лапа складальної будови, за відновлювальною технологією ННЦ "ІМЕСГ: 1 – стійка; 2 – підшва; 3 – ремонтні вставки; 4 – гвинтові з'єднання

Висвітлена в роботах Канівця І.Д. конструкція культиваторної лапи складальної будови набула подальшого розвитку в способі відновлення лапи представленому на (рис. 3).

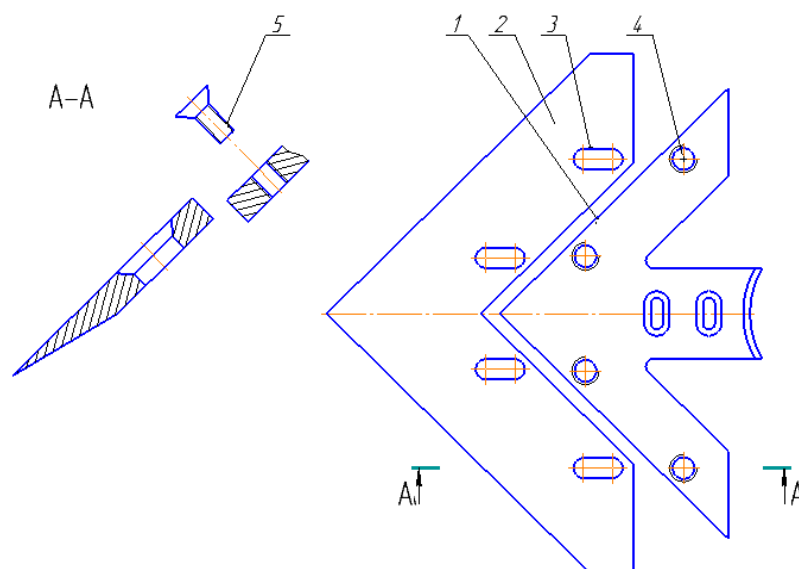


Рисунок 3 – Культиваторна лапа складальної будови: 1 – основа, 2 – кутова пластина, 3 – отвір, 4 – різьбовий отвір, 5 – гвинти

Відмінність полягає в кріпленні кутової пластини до підготовленої основи в якій робиться свердлення та нарізується різь, а в пластині виконують наскрізні повздовжні отвори для переміщення пластини при досягненні граничних значень зносу [10]. Необхідність строгої координації при виготовленні отворів і можливість повздовжнього переміщення кутової пластини мають підґрунтя до недоліків пов'язаних з технологічністю виконання функції призначення, відхилення від прямолінійного руху в наслідок люфту в отворах та робіт з відновлення працездатного стану, засмічення, пошкодження різьблення, що обмежує використання даного метода.

Відомий також спосіб виготовлення та відновлення культиваторних лап штамповарної конструкції [11], яка складається з двох лезових крил та основи (рис. 4). Зварювання виконується між основою та двома крилами. Передбачене термозміцнення лапи та електроіскрове зміцнення леза. У якості недоліку відмічено, що зварювання лезових крил до основи, яка має менші розміри і масу, створює умову зниження міцності конструкції.

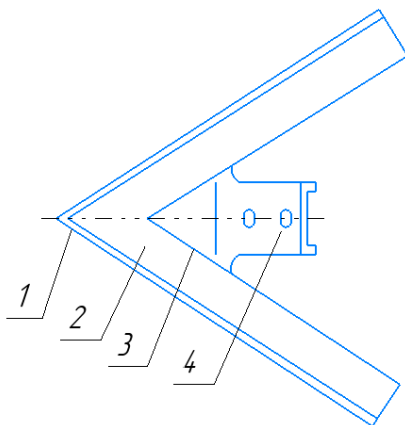


Рисунок 4 - Культиваторна лапа складальної будови: 1 – лезо, 2 – крило, 3 – зварювання, 4 – основа

Висновки. З дослідження та аналізу конструктивних особливостей виготовлення культиваторних лап складальної будови зі змінними елементами впливає, що деякі способи пройшли експлуатаційні випробовування, а деякі залишились теоретичним матеріалом, однак кожен з них має свої переваги і недоліки. Означимо основні переваги і недоліки складальної будови

культиваторної лапи. Перевагою складальної будови є можливість заміни кутової пластини при досягненні нею граничних розмірів, використання різних способів зміцнення. У якості недоліку можна вважати способи з'єднання основи і кутової пластини: використання заклепочного з'єднання на думку дослідників призводить до унеможливлення заміни лез в польових умовах; технологічна складність виготовлення отворів у кутовій пластині та основі з нарізуванням різьблення; відхилення від глибини обробітку та прямолінійності руху в наслідок люфту на гвинтовому з'єднанні з повздовжніми отворами в змінному лезі; засмічення та пошкодження різьблення; складність з'єднання кутової пластини з основою за допомоги зварювання з отриманням правильної геометрії і відповідно обмеженість за кількістю дій з відновлення до однієї основи.

Виходячи з аналізу публікацій за темою досліджень з вдосконалення техніко-конструкційних параметрів культиваторної лапи впливає, що недостатньої приділено уваги комплексним заходам з підвищення експлуатаційної надійності лапи шляхом використання змінних елементів і параметрів зміцнення в конструкції культиваторної лапи.

Література.

1. Козаченко О.В., Шкрегаль О.М., Каденко В.С., Блезнюк О.В. Вплив властивостей ґрунтового середовища та режимів руху на формоутворення леза робочого органу. *Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів*. 2018. № 11. С. 193-198.
2. Закалов О.В. та ін. Основи тертя і зношування в машинах: Навчальний посібник. Тернопіль: Видавництво ТНТУ ім. І. Пулюя, 2011. 322 с
3. Nuriev K., Kuvandikov Y., Kabilov B. Research of changes in the basic parameters of the blade of a serial pointed foot cultivator during abrasive wear // *Universum*, 2023. 11(116).
4. Severnev M. Iznos i korrozii sel'skokhoziaistvennykh mashin. *Belaruskaiia navuka*. 2011. Minsk. 333 p.
5. Lemecha M., Napiórkowski J. Konat L. Analysis of wear and tear of working elements with a replaceable cutting edge in an abrasive soil mass. *Tribologia*. 2017. 273 (3). 101-109. DOI: 10.5604/01.3001.0010.6144.

6. Козаченко О. В., Каденко В. С., Шкрегаль О. М., Блезнюк О. В. Вплив параметрів різальних елементів на інтенсивність зношування лап культиваторів. *Інженерія природокористування*. 2017. № 1 (7). С. 63-67.

7. Козаченко О. В., Шкрегаль О. М., Каденко В. С., Блезнюк О. В. Польові випробування удосконалених культиваторних лап. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. 2019. № 15. С. 31-39.

8. Пошуковий аналіз спрямувань щодо підвищення експлуатаційної надійності лезових робочих органів / О.В.Ковальов, О.В.Блезнюк // *Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки: зб. матеріалів конф. XIV Міжнар. наук-практ. конф., 8-10 лист. 2023 р.* Кропивницький: ЦНТУ, 2023. С. 54-55.

9. Василенко М.О. Підвищення довговічності культиваторних лап ґрунтообробних машин / М.О. Василенко, О.В. Соколенко, В.С. Матвійченко, Д.О. Буслаєв // *Конструювання, експлуатація та виробництво сільськогосподарських машин*, 2012, випуск 42, частина 2. – С. 87-91.

10. Аналіз способів виготовлення, зміцнення і відновлення стрілочастих лап культиваторів/ Т.С. Скобло, І.М. Рибалко, А.В. Тіхонов, О.Д. Мартиненко. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. *Харьков: ХНТУСХ*, 2019. №15. С. 60-85.

11. Аналіз напруженого стану і технологічні способи підвищення ресурсу стрілочастих лап культиваторів / І.М. Рибалко, О.В. Тіхонов, О.Д. Мартиненко, О.В. Сайчук // *Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. Харьков: ХНТУСХ*, 2016. №6. С. 118-131.

ТЕСТУВАННЯ ЗАХИСНИХ КОНСТРУКЦІЙ УКРАЇНСЬКОГО ЕСКАВАТОРА-НАВАНТАЖУВАЧА ELEX-81

Погорілий В., pogoriliy@ukr.net

Муха В., agrotesthub@ukr.net

ДНУ «УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого»

Вступ. Конструкції захисту від перекидання (ROPS) – це пристрої безпеки, встановлені на важких транспортних засобах для забезпечення захисту оператора під час випадкового перекидання [1-3].

Конструкція захисту від падіння предметів (FOPS) – це пристрій безпеки, встановлений на сільськогосподарському транспортному засобі, який забезпечує достатній захист оператора на місці водія від випадкового падіння предметів [4-5].

В напрямку до євроінтеграційного курсу Україна провела на законодавчому рівні процедури технічного регулювання допуску с-г техніки на ринок в тому числі з визначення встановлення відповідності характеристик захисних конструкцій кабін тракторів та мобільних машин [6].

В результаті диверсифікації напрямків випробувань та наближення до європейських процедур УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого розробив та впровадив відповідне обладнання та стенди що дозволяють проводити випробувань різних захисних конструкцій на міцність від падаючих предметів та від перекидання.

Всесвітньо відомий вітчизняний виробник ґрунтообробної техніки АТ «Ельворті» в результаті диверсифікації власних виробництв, розробив та почав виготовлення екскаваторів-навантажувачів ELEX, які оснащуються вітчизняною елементною базою, та одночасно і виробляють власну захисну конструкцію (кабіну).

Мета роботи. Визначити захисні властивості конструкції ROPS та FOPS захисної конструкції (каркас кабіни ЕП-50.01.10.000) екскаватора-навантажувача ELEX-81 виробництва АТ «Ельворті».

Матеріали і методи. Проведення випробувань захисної конструкції (каркас кабіни ЕП-50.01.10.000) екскаватора-навантажувача ELEX-81 виробництва АТ

«Ельворті» на відповідність вимогам ISO 3449 (FOPS рівень 1 та рівень 2), та проведення випробування захисної конструкції (кабіни) у разі перекидання на відповідність вимогам ДСТУ EN ISO 3471 (ROPS) з урахуванням їх адаптації до спеціального стендового обладнання розробленого в УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого.

Результати і обговорення. За результатами випробувань встановлено що захисна конструкція (каркас кабіни ЕП-50.01.10.000) екскаватора-навантажувача ELEX-81 обладнана захисною конструкцією від падаючих предметів (FOPS) (каркасом), виготовленим з листового прокату відповідає вимогам ДСТУ EN ISO 3449 FOPS, рівень 1, 2. Досягнуте стандартним лабораторним предметом значення енергії без проникнення в DLV будь-якого елемента FOPS чи стандартного предмета через FOPS становить 1367 Дж – FOPS рівень 1 та 11600 Дж – FOPS рівень 2 (рис. 1).

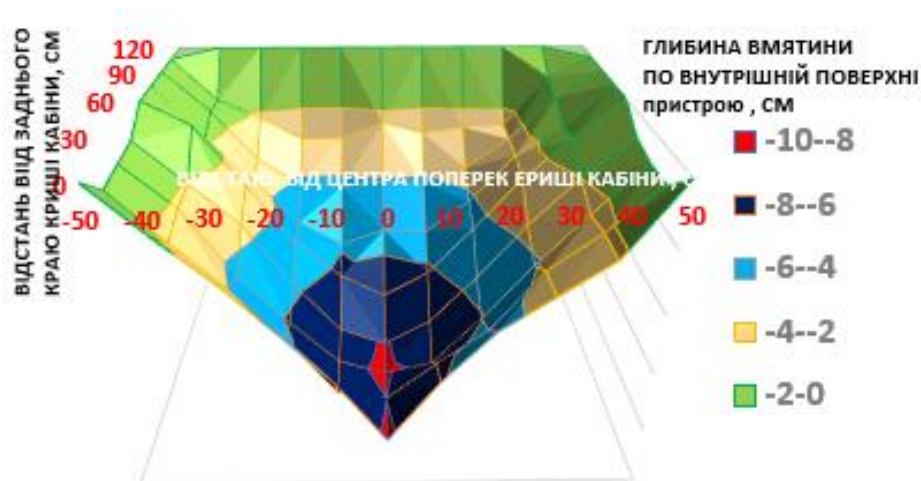


Рисунок 1 – Ілюстрація прогину нижчої площини пристрою від падаючих предметів після удару (FOPS рівень 2)

Мінімальні технічні вимоги ДСТУ ISO 3471 були виконані під час проведення навантажувальних випробувань для максимальної маси машини 7950 кг, без проникнення в DLV будь-якого елемента ROPS. Стан конструкції після проведених випробувань елементів ROPS показаний на рис. 2.



Рисунок 2 – Захисна конструкція (каркас кабіни ЕП-50.01.10.000) після проведення випробувань ROPS

Інші результати аналогічних випробувань захисних конструкцій підтверджують відповідність і визнаються в європейських органах сертифікації по прямих двосторонніх договорах.

Висновок. На сьогодні в Україні є власне виробництво екскаваторів-навантажувачів в тому числі і такого важливого елемента як силовий каркас кабіни, що особливо важливо для екскаваторної техніки які працюють в складних умовах (в лісах, під мостами) та забезпечують захист життя оператора в разі виникнення аварійних ситуацій. Проведені випробування ROPS / FOPS підтверджують що кабіна зроблена відповідно до міжнародних стандартів безпеки.

Література

1. David, P., Thambiratnam, Brian, J., Clark, Nimal, J., Perera. (2008). Dynamic Response of a Rollover Protective Structure. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, Volume 23, Issue 6, p.448-464. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8667.2008.00551.x>

2. ДСТУ ISO 5700:2019 Сільськогосподарські та лісогосподарські трактори. Убезпечувальні конструкції в разі перекидання. Метод статичного випробування та умови прийняття (ISO 5700:2013, IDT).

3. ДСТУ EN ISO 3471:2014 Машини землерийні. Пристрої захисту від перекидання. Технічні вимоги та лабораторні випробування (EN ISO 3471:2008, IDT).

Al-Bassit, L., Tricot, N., Sayegh, S., (2019). Agricultural Machinery Safety

4. Research Paper Falling-object protective structure for tractors in service: Prototype design and validation. *Biosystems Engineering* Volume 185 , September 2019, Pages 76-87.

5. ДСТУ EN ISO 3449:2016 Землерийні машини. Пристрої захисту від предметів, що падають. Лабораторні випробування та експлуатаційні вимоги (EN ISO 3449:2008, IDT; ISO 3449:2005, IDT)

6. Технічний регламент безпеки машин (Постанова Кабінету Міністрів України від 30 січня 2013 р. № 62).

УДК 631.53.027

СИСТЕМА ПРИПОСІВНОЇ ІНОКУЛЯЦІЇ, ДОСЛІД ОПТИМАЛЬНОГО ТИСКУ ТА ДІАМЕТРА ФОРСУНКИ

Шелест М. С., аспірант, koladj1992@gmail.com,

Сумський національний аграрний університет

Мясушка М. С., науковий співробітник, hfukrndipvt@gmail.com,

Харківська філія ДНУ «УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого»

Вступ. Інокуляція, як важлива технологічна операція, відіграє суттєву роль у сучасному сільському господарстві, зокрема у підвищенні врожайності та якості сільськогосподарських культур. Незважаючи на це, інокуляція часто недооцінюється фермерами та науковцями, що призводить до її обмеженого застосування в аграрних практиках. Цей процес полягає в обробці насіння корисними мікроорганізмами, які сприяють поліпшенню його схожості та загального росту рослин. Застосування інокуляції, як було доведено численними

дослідженнями, підвищує врожайність і покращує біометричні параметри рослин, що робить цей метод надзвичайно перспективним для впровадження в сільськогосподарське виробництво.

Однією з основних проблем, що обмежують широке застосування інокуляції, є відсутність стандартизації процесу. На сьогоднішній день, інокуляція не регулюється жодним законодавчим актом, через що фермери змушені покладатися виключно на рекомендації виробників інокулянтів. Це, в свою чергу, призводить до того, що процес інокуляції часто виконується з використанням непрофесійного обладнання та матеріалів, що може негативно вплинути на якість обробки насіння та ефективність всієї операції. Зазвичай фермери використовують різні типи насінневих протруйників, такі як шнекові, ротаційні або камерні пристрої, які не завжди забезпечують достатню рівномірність нанесення інокулянту на поверхню насіння.

Мета роботи. Метою є дослідження ефективності використання системи інокуляції під час посіву для підвищення врожайності та якості сільськогосподарських культур. Зокрема, дослідження спрямоване на визначення оптимальних параметрів тиску і діаметра сопла, які забезпечують максимально ефективне нанесення інокулянту на насіння, що відповідає рекомендаціям виробників і дозволяє зменшити витрати на обробку насіння. Це дослідження також має на меті розробити практичні рекомендації для впровадження цієї технології у виробничі процеси сучасного сільського господарства.

Матеріали і методи. З огляду на ці виклики, було розроблено систему інокуляції під час посіву, яка дозволяє проводити обробку насіння безпосередньо в полі. Ця система забезпечує більш точне нанесення інокулянту на насіння, що відповідає рекомендаціям виробників і сприяє максимальній ефективності цього процесу. Для дослідження оптимальних параметрів роботи цієї системи було розроблено модель, в якій вивчалися різні діаметри сопел (0,2, 0,3, 0,4 та 0,5 мм) під різним тиском (3, 4, 5 та 6 атм). Експерименти показали, що при тиску 3 атм жодна з форсунок не забезпечує достатньої кількості робочого розчину, що вказує на необхідність використання більш високого тиску та відповідних діаметрів сопел.

Результати та обговорення. Зокрема, було встановлено, що оптимальні результати досягаються при використанні тиску 4 атм та сопла діаметром 0,4 мм (див. табл. 1).

Це забезпечує необхідну кількість інокулянту на насіння без надмірного споживання робочої рідини, що робить цей варіант найбільш економічно вигідним і ефективним. При використанні більш високого тиску або сопел з більшим діаметром кількість робочого розчину зростає, що призводить до збільшення витрат на обробку насіння і може бути економічно недоцільним.

Таблиця 1 – Показники витрати робочої рідини для обробки 1000 насінин при тиску 4 атм, г

Діаметр форсунки	Середнє значення, г	Мінімальне значення, г	Максимальне значення, г	Дисперсія, D	Стандартне відхилення, SD
0,2	1,1	1,1	1,2	0,003	0,05
0,3	2,6	2,3	2,9	0,08	0,28
0,4	3,2	2,9	3,9	0,14	0,38
0,5	3,7	3,1	4,3	0,32	0,56

Таким чином, система інокуляції під час посіву, розроблена в рамках цього дослідження, має значний потенціал для впровадження у практику сучасного сільського господарства. Вона не лише забезпечує необхідний рівень інокуляції, але й сприяє зменшенню витрат на матеріали та робочу рідину, що є важливим фактором для фермерів. Впровадження такої системи може стати ключовим етапом у підвищенні ефективності агротехнологій, особливо в умовах, коли зростає попит на органічну продукцію.

Ця система також може бути адаптована для різних типів культур, що робить її універсальним інструментом для сучасного сільського господарства. В подальшому необхідно провести польові випробування цієї системи для підтвердження її ефективності в реальних умовах. Такий підхід дозволить оптимізувати процес інокуляції та забезпечити високу врожайність сільськогосподарських культур, що є важливим кроком у розвитку екологічного та сталого землеробства.

Висновки. Результати цього дослідження демонструють перспективність використання інокуляції як технології для підвищення продуктивності сільського господарства, а також необхідність подальших досліджень у цій галузі. Це дозволить створити стандартизовані методики інокуляції, які будуть відповідати потребам сучасного агровиробництва та сприятимуть розвитку органічного землеробства, що є особливо важливим у контексті зростаючого попиту на екологічно чисту продукцію.

Література

1. Application methods. (2015). <https://biogel.com.ua/product/application/?lang=en>
2. Bakhmat, O. M., & Chinchyk, O. S. (2010). The effect of agrotechnical measures on soybean productivity in the Western region of Ukraine. 66, 103–108.
3. Balaji, P. (2016). Consumers' willingness to pay (WTP) premium price for organic fruits and vegetables (OFV) in Western Tamil Nadu. International journal of commerce and business management, 9(1), 36–39. <https://doi.org/10.15740/HAS/IJCBM/9.1/36-39>.
4. Beltran-Medina, I., Romero-Perdomo, et al. (2023). Inoculation of phosphate-solubilizing bacteria improves soil phosphorus mobilization and maize productivity. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 126(1), 21–34. <https://doi.org/10.1007/s10705-023-10268-y>.
5. Boymatova, M. (2022). Inoculation of Soybeans with mycorrhizal Fungi in the Field of Central Asia. Open Access Journal of Biomedical Science, 4(1). <https://doi.org/10.38125/OAJBS.000393>.
6. Gaspareto, R. N., et al. (2023). Inoculation with Plant Growth-Promoting Bacteria and Nitrogen Doses Improves Wheat Productivity and Nitrogen Use Efficiency. Microorganisms, 11(4), 1046. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11041046>.
7. Inoculants BTU-CENTER. (2023). <https://inoculants.btu-center.com/>.
8. Kharchenko O., et al. (2019). On problem of establishing the intensity level of crop variety and its yield value subject to the environmental conditions and constraints. AgroLife Scientific Journal Volume 8, University of Agronomic Sciences and Veterinary Medicine of Bucharest, 1, 113-120.

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ТЕХНІЧНИХ
ЗАСОБІВ ПРИГОТУВАННЯ КОРМІВ ДЛЯ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА НА БАЗІ РОТОРНИХ І
МОЛОТКОВИХ ПОДРІБНЮВАЧІВ**

Денисенко М., канд. техн.наук, доц., mdenisenko317@gmail.com

ВСП «Немішаївський фаховий коледж НУБіП України»,

Лісовський Л., інженер-механік

Дев'ятко О., канд.техн.наук, доцент

Нагорний М., студент магістратури

Дераков Н., студент магістратури

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Вступ. Серед найважливіших питань, що постають перед агропромисловим комплексом України, являється не тільки збільшення об'єму виробництва сільськогосподарської продукції, але й зниження її собівартості за рахунок ефективного використання засобів механізації, котрими забезпечені товаровиробники.

Статичні, динамічні та ударні навантаження, корозія і абразивний знос призводять до значної зміни форми (геометрії) робочих органів, зниження втомної міцності та передчасному виходу їх з ладу. У більшості випадків це визначається властивостями матеріалів і покриттів, з яких вони виготовлені.

На сучасному етапі розвитку науки і техніки для створення різних конструкцій машин і механізмів, а також їх ремонту потрібно використовувати матеріали, що матимуть високі фізико-механічні властивості, котрі здатні протистояти зношуванню за різних режимів роботи вузлів тертя, і використовуваних агресивних середовищ. Існуючі способи відновлення та зміцнення таких деталей, як на стадії виготовлення, так і при ремонті, не позбавлені недоліків, суттєво обмежуючи галузі використання того чи іншого способу.

З врахуванням природи абразивного зносу, наявність на більшості робочих органів сільськогосподарських машин різальної крайки, а також необхідність збереження заданих форми (геометрії) і розмірів – їх зміцнення, захист від небезпечного впливу оброблюваних матеріалів і факторів зовнішнього середовища завжди є актуальними завданнями.

Одним із пріоритетних напрямків розвитку науки і техніки являється створення нових матеріалів, зокрема, з багатокомпонентними і нано композитними покриттями. Унікальність даних покриттів полягає у високій об'ємній частці меж розділу фаз та їх міцності, відсутності дислокацій всередині кристалітів, можливості зміни співвідношення об'ємних часток кристалічної і аморфної фаз, взаємного розчинення металевих і неметалевих компонентів. Отримує розвиток цілий науковий напрямок – трибологія покриттів, що сприяє отриманню нових знань, поєднаних з підвищенням довговічності і надійності вузлів тертя машин, механізмів та інструменту.

Мета роботи. Метою роботи є зменшення експлуатаційних витрат при приготуванні кормів шляхом вдосконалення і розробки методів зміцнення робочих органів роторних і молоткових подрібнювачів.

Усі механічні процеси відбуваються шляхом контакту двох тіл (робочий орган – середовище), якщо не на всьому проміжку технологічної операції, то хоча б у період першої фази – фази стиснення. Процеси подрібнення, пресування, різання сільськогосподарських матеріалів неможливі без попереднього стиснення їх поверхнями робочих органів. Дослідження зносу та відмов молотків дробарок показують, що основною причиною руйнування робочих органів дробарок є абразивне спрацювання їх поверхонь, та розвиток тріщин внаслідок циклічного характеру навантаження (втома матеріалу).

Технічний сервіс подрібнювачів ударної дії полягає у частій заміні і ремонті деталей, деформованих і зруйнованих сторонніми предметами.

При подрібненні 150-200 тон зерна зношування молотків може досягати 8-10 мм. При виготовленні робочих органів кормо приготувальних машин (подрібнювачів ударної дії) необхідно враховувати особливості їх роботи, зокрема,

утворення та підвищення динамічного навантаження, умови систематичної вібрації, ударно-абразивне спрацювання робочих органів.

Ефективним методом досягнення високого рівня надійності і довговічності робочих органів подрібнювачів та дробарок кормів являється їх зміцнення на стадії виготовлення, котре за технічної експлуатації обладнання більш виправдане, ніж відновлення або ремонт.

Зношування молотків у подрібнювачів відкритого і закритого типів визивається природним процесом ударного руйнування зерна. Тому, крім вирішення питань вдосконалення конструктивних параметрів дробарок, необхідно забезпечити більш високий ресурс робочих органів, зокрема, молотків. З конструктивних факторів найбільш суттєве значення мають розміри дробильної камери, конструкція робочих органів, зазор між кінцями молотків та решетом, спосіб подавання матеріалу в камеру, та відведення готового продукту.

Спрацювання ударних робочих органів призводить до значного зростання робочого навантаження, зростанню енерговитрат при виконанні технологічних операцій, перегріванню деталей та вузлів, і як наслідок, до зниження продуктивності техніки та її безпечної експлуатації. Зазнають спрацювання вершини прямих кутів молотка, в результаті чого, спрацьована поверхня приймає вид кривої змінного радіусу, зменшується продуктивність подрібнювача зростає енергоємність процесу.

Проблемою підвищення ресурсу та відновлення робочих органів подрібнювачів ударної дії займалися велика кількість дослідників [1-5], ними було запропоновано різні методи підвищення довговічності молоткових робочих органів, котрі умовно треба розділити на наступні групи: експлуатаційні (ефективність роботи машин залежить від технічного стану та регулювань робочих органів, стану перероблюваних кормів, а також умов використання: раціональна організація робочого процесу подрібнення, рівномірності завантаження, кваліфікації операторів тощо); конструкторські (вибір матеріалів для вузлів тертя машин, оптимізація геометрії та розмірів молотків, і конструкції подрібнювача в цілому, матеріали, стійкі за абразивного впливу); технологічні (розробка різних

методів зміцнення молотків, таких як, хіміко-термічна обробка, наплавлення на робочі краї деталей машин, детонаційне напилювання, лазерна обробка та інші).

Матеріали і методи. Молотки дробарок повинні виготовлятися зі сталі 65Г з наступним зональним загартуванням 51,6 – 61 HRC. Глибина загартованого шару не менше 2 мм. В незагартованій зоні 39,5 HRC, не більше. Молотки повинні вільно під впливом власної ваги обертатися на пальцях. Руйнування відбувається від удару молотка по зерну, від удару зернової маси по нерухомій поверхні решета, і від тертя частинок зерна і абразиву між собою та робочою поверхнею. Зі спрацюванням робочих країв молотків, якість подрібнення зерна та інших технологічних матеріалів погіршується (зростає модуль помелу), одночасно знижується натиск повітря у кормо проводі подрібнювача, порушується технологічний процес подрібнення [6] (рис 1).

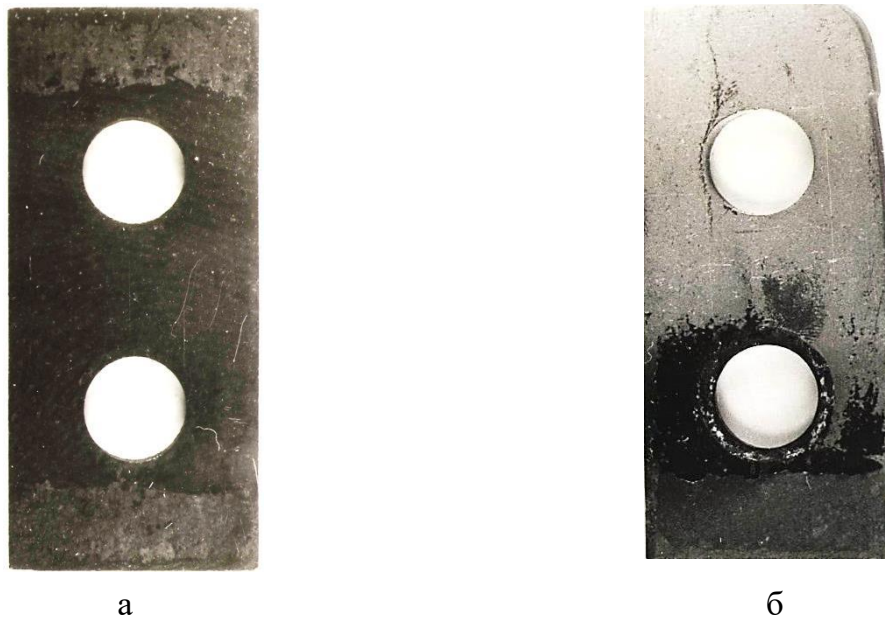


Рисунок 1 – Молоток дробарки зернової ДЗ-3-02 (ДБ-5), КДУ-2,0 :

а – новий молоток; б – молоток після наробітку 50-60 тонн

Унікальна машина для подрібнення соломи ROTO GRIND американського виробництва, до 40 т/год [7], в якій використовується система ріжучих пластин у сполученні з довгими міцними молотками – в результаті отримуємо простий пристрій, котрий не потребує решіт, та використовує менше потужності, ніж традиційні подрібнювачі. Подрібнювач ROTO GRIND здатний подрібнювати органічні матеріали всіх типів, в тюках або розсипчасті, вологі та сухі. Молотки

вкриті карбідом вольфраму, в них 4 робочі грані. Млин подрібнювача складається з 6 наборів молотків з 18 стандартними молотками та 6 свинцевих міцних молотків довжиною 33 см з ходом 28 см. Молотки з 4 робочими гранями.

Результати і обговорення. Ефективність роботи роторних і молоткових подрібнювачів оцінюється за продуктивністю, якістю подрібнення, питомою енергоємністю та матеріалоємністю. Обговорюючи застосовування теорії подрібнення до технології комбікормового виробництва, крім роботи подрібнення, треба оцінювати питому енергоємність процесу, продуктивність подрібнювальних машин і ступінь подрібнення. При цьому вирішальне значення має вирівнювання отриманого продукту за гранулометричним складом. Подрібнення здійснюється в результаті багатократної ударної дії робочих органів, молотків і дек на продукт, і стирання продукту по продукту, деку і поверхню решета. Питаннями підвищення довговічності та відновлення робочих органів названих машин і обладнання займалися велика кількість дослідників, ними були запропоновані різні способи підвищення довговічності молотків кормодробарок, штифтових робочих органів подрібнювачів грубих кормів, ножів прямокутного перерізу роторних подрібнювачів.

До теперішнього часу не вивчені питання, що визначають зміну структури і властивостей матеріалів і методів зміцнення молоткових робочих органів машин для приготування кормів, що визиваються дією і впливом зернової маси з домішками абразивних часток. За відсутності таких досліджень, немає можливості сформулювати вимоги до структури поверхонь тертя та розробити ефективний метод їх зміцнення. У нашій роботі вдосконалено та розроблено такі робочі органи для роторних і молоткових подрібнювачів: мікро плазмове наплавлення порошковим дротом ПП – АН148 (рис.2); армування робочих крайок молоткових робочих органів установки БМК – 1 твердими модульними пластинами на основі карбіду хрому та міді (рис.3):

Висновки. Розроблено композиційний, порошковий без вольфрамовий матеріал (КМ) на основі карбіду хрому Cr_3C_2 , залізного порошку (ПЖ РЗ 200) з антифрикційною домішкою (порошок міді ПМС – Н) для виготовлення нових і відновлення спрацьованих деталей, що працюють в умовах абразивного і

граничного тертя або без мащення, та забезпечує підвищення зносостійкості відновленої деталі більше, ніж у 4 рази, зменшення коефіцієнту тертя в 1,5 разів.



Рисунок 2 – Мікро плазмова обробка торцевої поверхні і крайки молотка порошковим дротом ПП – АН 148 (індукційне наплавлення твердим сплавом ПГ – С27); (КДУ-2,0; ДБ-5, ДКМ-5)



Рисунок 3 – Армування робочих крайок модульними пластинами з без вольфрамового твердого сплаву на основі карбіду хрому та міді (БМК-1; БМКА-1; БМКА-1,5, УМК-Ф-2)

Отримано підвищення зносостійкості та довговічності експериментальних ножів (молотків) у 4 рази і більше у порівнянні з серійними зі сталі 65Г. Вважаємо можливим у подрібнювачах стеблових кормів з вертикальним ротором, використовувати у якості робочих органів жорстко закріплені ножі прямокутного перерізу, як більш надійні в роботі при збереженні якості готового продукту.

Література

1. Денисенко Н.И. Пути повышения долговечности рабочих органов кормоприготовительных машин (2016) MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture – 2016. Vol.18. No 3.211-216
2. Денисенко М.І. Порошкові металокерамічні матеріали для зміцнення поверхонь тертя робочих органів сільськогосподарських машин / М.І. Денисенко, О. С. Дев'ятко. – Аграрна наука та освіта в ХХІ столітті: Проблеми, перспективи та інновації. Збірник наукових праць. Випуск №9. – (17-18 травня 2018 року). Ніжин. С.35-41.

3. Исаков Р.М. Анализ техники и технологий для мелкого ударного измельчения кормов / Р.М. Исаков, И.К. Турсынбекова, Ж.С. Кайыржанова, Э.С. Рахим Берлина // Вестник Государственного университета имени Шакарима города Семей; Республика КАЗАХСТАН: ХАБАРШЫСЫ. – Семей – 2017. С.215-219.

4. Маслюк В.А. Композиційні порошкові матеріали на основі карбідосталей з домішками карбідів хрому і титану для робочих органів сільськогосподарських машин / В.А. Маслюк, Р.В. Яковенко, М.І. Денисенко. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК / К., 2015. – Вип. 212, ч. 1. С. 93-107.

5. Кенесбеков А.Б. Разработка воздушно-плазменного способа нанесения износостойких покрытий на основе TiN на поверхности быстрорежущих сталей / А.Б. Кенесбеков. Диссертация на соискание степени доктора философии (Ph.D) – 6D072300 – «Техническая физика» // Восточно-Казахстанский технический университет имени Даулета Серикбаева, Усть-Каменогорск; 2023. 103 С.

УДК 629.113

РОЗПОДІЛ НОРМАЛЬНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА КОЛЕСА ТРАКТОРА ТИПУ 4x4 НА ПОВОРОТІ

Калінін Є. І., докт. техн. наук, проф., kalinin@nubip.edu.ua,

Костюк С. Ю., асистент, stanislavkostuk@nubip.edu.ua

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Лебедєв С. А., канд. техн. наук, директор, hfukrndipvt@gmail.com

Харківська філія ДНУ УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

Вступ. У сучасному сільському господарстві та будівництві трактори типу 4x4 відіграють ключову роль завдяки своїй високій прохідності, стійкості та здатності працювати в умовах складного рельєфу. Однією з важливих характеристик таких тракторів є наявність повного приводу, який забезпечує рівномірний розподіл тягового зусилля між усіма чотирма колесами. Це дозволяє

тракторам ефективно рухатися на різних типах поверхонь, зберігаючи при цьому високу стійкість і керованість.

Особливий інтерес викликають трактори з усіма керованими колесами та однакового розміру колесами, оскільки такі конструкції забезпечують додаткову маневреність і стійкість на поворотах. Під час повороту трактор піддається дії різних динамічних сил, які впливають на розподіл нормальних навантажень на колеса [1]. Цей розподіл визначає ефективність зчеплення шин із поверхнею, стійкість трактора та рівномірність зносу шин. В умовах нерівномірного розподілу навантажень трактор може зазнавати підвищеного зносу окремих компонентів, зниження продуктивності та підвищеного ризику втрати стійкості.

Мета роботи. Метою цієї статті є комплексний аналіз розподілу нормальних навантажень на колеса трактора типу 4x4 з усіма керованими та однакового розміру колесами під час руху на поворотах. Такий аналіз дозволяє краще зрозуміти динамічні процеси, що відбуваються під час роботи трактора в умовах, коли всі його колеса одночасно забезпечують керованість та рівномірний розподіл тягового зусилля. Одним із ключових аспектів є виявлення впливу різних факторів, таких як швидкість руху, радіус повороту, положення центру мас і жорсткість підвіски, на розподіл нормальних навантажень на кожне з чотирьох коліс. Це важливо для оптимізації конструкції трактора, оскільки нерівномірний розподіл навантажень може призвести до зниження керованості, підвищеного зносу шин, а також підвищити ризик втрати стійкості під час руху на поворотах.

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження є чотириколісний трактор типу 4x4 з усіма керованими та однакового розміру колесами. Трактор має повний привід, що забезпечує рівномірний розподіл тягового зусилля між усіма колесами. Розроблено математичну модель, яка описує розподіл нормальних навантажень на колеса. Модель враховує такі параметри, як маса трактора, положення центру мас, жорсткість підвіски, а також зовнішні сили, включаючи відцентрову силу та гравітацію. Для моделювання використовувалися рівняння рівноваги моментів та сил у поперечній площині, що дозволило оцінити вплив різних факторів, таких як швидкість руху, радіус повороту і жорсткість підвіски на розподіл навантажень [2]. Застосування описаних матеріалів і методів дозволило детально дослідити розподіл

нормальних навантажень на колеса трактора типу 4x4 з усіма керованими та однаковими за розміром колесами під час поворотів. Отримані результати надали важливу інформацію для оптимізації конструкцій тракторів та поліпшення їх експлуатаційних характеристик, що має велике значення для забезпечення стабільності та безпеки роботи в різних умовах експлуатації.

Результати та обговорення. Розподіл нормальних навантажень на колеса трактора визначається його тягово-зчіпні якості, стійкість та керованість під час руху. Тому це питання представляє великий інтерес для конструкторів та дослідників, які займаються розробкою нових моделей колісних тракторів. У колісних тракторів з різними схемами приводу провідних осей та способами повороту розподіл нормальних навантажень неоднаковий.

Розрізняють статичний та динамічний розподіл нормальних навантажень. Якщо перший розподіл є цілком визначеним і залежить від положення центру тяжкості трактора, що нерухомо стоїть на горизонтальній ділянці, то друге – залежить від цілого ряду факторів, до яких слід віднести (поряд з конструктивними параметрами) умови руху, що характеризуються швидкістю руху, навантаженням на гаку, радіусом повороту, механічними властивостями ґрунту, пружними властивостями шин та ін.

Криволінійний рух колісного трактора супроводжується перерозподілом нормальних навантажень у його поздовжньої площині, а й у поперечної [3-4]. Перерозподіл нормальних навантажень поперечної площини відбувається в результаті дії поперечних складових відцентрової сили та сили тяги на гаку, а також поперечних складових крутних моментів коліс передньої та задньої осей.

Розглянемо рух трактора, що встановився, з усіма провідними керованими і однакового розміру колесами на повороті. Нормальні навантаження на окремі колеса трактора визначаються за формулами:

$$N_{1,2} = \frac{Ga + T_j h_2 + P_{кр} \cos \gamma h_1 - G_{кр} l_{кр} - M'_к}{2L} \pm \frac{P_j a h_u + P_{кр} \sin \gamma l_{кр} h_{кр}}{BL} \pm \frac{M'_{01} - M'_{02}}{B}; \quad (1)$$

$$N_{3,4} = \frac{G(L-a) + G_{кр} l_{кр} - P_{кр} \cos \gamma h_1 - T_j h_2 + M'_к}{2L} \pm \frac{P_j (L-a) h_u - P_{кр} \sin \gamma (L+l) h_{кр}}{BL} \pm \frac{M'_{01} - M'_{02}}{B}, \quad (2)$$

де N_1, N_2 - нормальні навантаження на зовнішні та внутрішні передні колеса трактора; N_3, N_4 - відповідні нормальні навантаження на колеса задньої осі; G - експлуатаційна маса трактора; $G_{кр}$ - маса причіпної (навісної) зброї, що передається на трактор; $P_{кр}$ - сила тяги на гаку, що діє вздовж зчіпки; P_j, T_j - поперечна та поздовжня складові сили інерції трактора; $M'_к$ - умовний крутний момент, що діє в поздовжній площині трактора; M'_{01}, M'_{02} - поперечні складові крутних моментів, що виникають відповідно на передній та задній провідних осях трактора в результаті повороту; L, B - поздовжня та поперечна бази трактора; $a, h_1, h_2, h_{кр}, h_u, l_{кр}$ - лінійні параметри трактора.

З аналізу формул (1) і (2) випливає, що третій доданок правої частини враховує вплив поперечних складових крутних моментів осей на перерозподіл нормальних навантажень на колеса, причому у тракторів, поворот яких здійснюється поворотом коліс передньої та задньої осей в різні боки, дія поперечних складових крутних моментів спрямовано назустріч один одному, тобто якщо поперечні складові крутних моментів передньої осі викликають розвантаження внутрішніх та довантаження зовнішніх, то поперечні складові крутних моментів задніх коліс – навпаки. Тому для тракторів з такою схемою повороту результуюча дія від зазначених моментів залежатиме від розподілу моментів, що крутять, між осями і кутів повороту коліс[5].

Момент $M'_к$, що діє в поздовжній площині, і поперечні складові моментів, що крутять, легко визначаються, якщо відомі крутні моменти на осях і кути повороту коліс. Використовую відомі залежності, визначимо необхідні моменти:

$$\left. \begin{aligned} M_{01} &= \frac{M_{nod}}{2} + \frac{M_\gamma}{2}; \\ M_{02} &= \frac{M_{nod}}{2} - \frac{M_\gamma}{2}; \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

де M_{01} , M_{02} - крутні моменти на колесах передньої та задньої осей; $M_{\text{под}}$ - момент, що підводиться до вихідного валу роздавального механізму; M_{γ} - пружний момент, що діє у приводі між осями трактора,

$$M_{\gamma} = \frac{x_p r_0^e}{100 \gamma_i}, \quad (4)$$

де x_p – результуюча кінематична невідповідність між осями; r_0^e - наведений радіус кочення диференціальної осі у веденому режимі; γ_i - коефіцієнт тангенціальної еластичності шини з урахуванням податливості ґрунту. Для диференціальної осі

$$r_0^e = \frac{2r_l^e r_n^e}{r_l^e + r_n^e}, \quad (5)$$

де r_l^e , r_n^e - радіус кочення відповідно лівого та правого коліс у веденому режимі.

Коефіцієнт тангенціальної еластичності для мосту

$$\gamma_{\text{оси}} = \gamma_i / 2. \quad (6)$$

Висновки. Для колісних тракторів типу 4х4 з усіма керованими та однакового розміру колесами, а також для передньопривідних колісних машин з передніми керованими колесами нормальні навантаження на колеса повинні визначатися з урахуванням впливу поперечних складових моментів, що крутять, провідних коліс на їх перерозподіл. Нерівномірність розподілу нормальних навантажень на колеса трактора збільшується із зменшенням радіусу повороту. На малих радіусах повороту трактора збільшення навантаження на гаку призводить до збільшення нерівномірності розподілу нормальних навантажень на колеса, на великих радіусах – навпаки.

Література

1. Стюарт Гіббард (2015). The Tractor Book. Dorling Kindersley. 256 с.
2. Jonathan Whitlam (2018). John Deere Tractors. Amberley Publishing. 544 с.
3. Роберт Н. Пріппс, Ендрю Морланд (2021). Полная книга классических тракторов Ford. 192 с.
4. Гарри Л. Филд, Джон М. Лонг (2018). Введение в технологию сельскохозяйственного машиностроения: подход к решению проблем. 456 с.
5. Сукач М.К (2018). Технічний сервіс машин. 277 с.

АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ЩОДО ЗНИЖЕННЯ ВІБРОНАВАНТАЖЕНОСТІ ОПЕРАТОРА ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Колєсник Ю. І., аспірант,

ел. пошта: julianakolesnik26@gmail.com

Державний біотехнологічний університет

Козлов Ю. Ю., молодший науковий співробітник,

ел. пошта: hfukrndipvt@gmail.com

Харківська філія УкрНДПІВТ ім. Л. Погорілого

Вступ. Вібраційні навантаження є постійно діючими факторами які впливають на працездатність і здоров'я оператора, а більш того може спричинити за собою професійне захворювання – вібраційну хворобу. Крім того, вплив загальної вібрації на оператора призводить до прямої мікротравмуючої дії на хребет оператора, а також розлади з боку нервової, серцево-судинної, кровоносної систем.

У транспортних пристроях, саме у сільськогосподарських машинах при агрегуванні змінюються вібраційні характеристики, оскільки з'являються додаткові джерела коливань, змінюється маса машини та її елементів, і навіть впливають різні режими роботи машини. У зв'язку з цим актуальні питання системи віброізоляції робочого місця транспортного пристрою. Крім того, при розробці методів зниження вібронавантаженості необхідно враховувати ступінь стомлюваності, емоційний і напружений нервово-психічний стан людини-оператора [1].

Мета роботи: дослідження антропометричних параметрів, що впливають на вібронавантаженість оператора сільськогосподарських машин.

Матеріали та методи. Важливу роль створення комфортних умов праці оператора грають параметри робочого простору, щоб забезпечити під час роботи природне положення тіла з можливістю зміни і чергування робочих положень. Робочий простір оператора сільськогосподарської машини є складним комплексом, що складається з габаритних розмірів, антропометричних параметрів, а також фізіологічних та психологічних особливостей людини-оператора. Отже, під час

проектування сільськогосподарських машин необхідно враховувати фізичні характеристики тіла – антропометричні параметри. Антропометричні параметри дозволяють раціоналізувати розміри всього різноманітного комплексу устаткування робочого простору сільськогосподарської машини.

Результати та обговорення. Джерелами локальної вібрації, що передається через органи керування машини, є двигун та трансмісія. Рівень загальної вібрації залежить від стану дорожнього покриття, швидкості руху та конструктивних особливостей ходової частини машини та сидіння водія.

Одним з ефективних і простих у реалізації засобів зниження вібронавантаженості є віброзахисні крісла для людини-оператора.

У дослідженнях тіло людини-оператора розглядають як складну біомеханічну систему. Виявлено, що з оцінці ефективності віброізоляції слід використовувати біомеханічну модель з урахуванням динамічних властивостей тіла оператора. Причому на резонансну частоту істотно впливає динамічна характеристика сидіння [2]. Також було визначено, що біодинамічні характеристики тіла людини-оператора виявляють свої властивості як динамічного гасника коливань при частотах підвіски сидіння [3].

Дослідження у сфері системи віброзахисту оператора показують, що потрібно створення крісла з низькою частотою своїх коливань у діапазоні 2...5 Гц, тобто, щоб ця частота була нижчою від частот віброзбудження технологічних машин [3]. Також за зміни пози оператора змінюються частотні характеристики тіла людини-оператора [1].

Зарубіжні дослідження в галузі зниження вібронавантаженості транспортних пристроїв проводилися на основі аналізу літературних джерел країн Європи (Сербія, Італія, Німеччина) та Північно-Східної Азії (Японія, Південна Корея, Китай).

У Сербії проводилися експериментальні дослідження для моделювання поведінки тіла людини під час руху транспортним пристроєм [4]. Експериментальне обладнання являє собою електрогідравлічний симулятор руху, що забезпечує вихідні дані від 0,3 до 30 Гц із загальною масою навантаження 200 кг, представлений на рисунку 1. З його допомогою можна отримати дані про вертикальні і горизонтальні випадкові збудження одночасно. Випробування

проводилися із групи 30 здорових дорослих чоловіків, зростом $180 \pm 6,6$ см та масою $85,9 \pm 14,1$ кг. Раннє дослідження впливу постави на величину вібрації було враховано у цьому експерименті. Тому крісло оператора було підбрано з урахуванням кута спинки крісла на 14 градусів. Також враховувалася вібрація, що передається на голову оператора за допомогою каски Н.

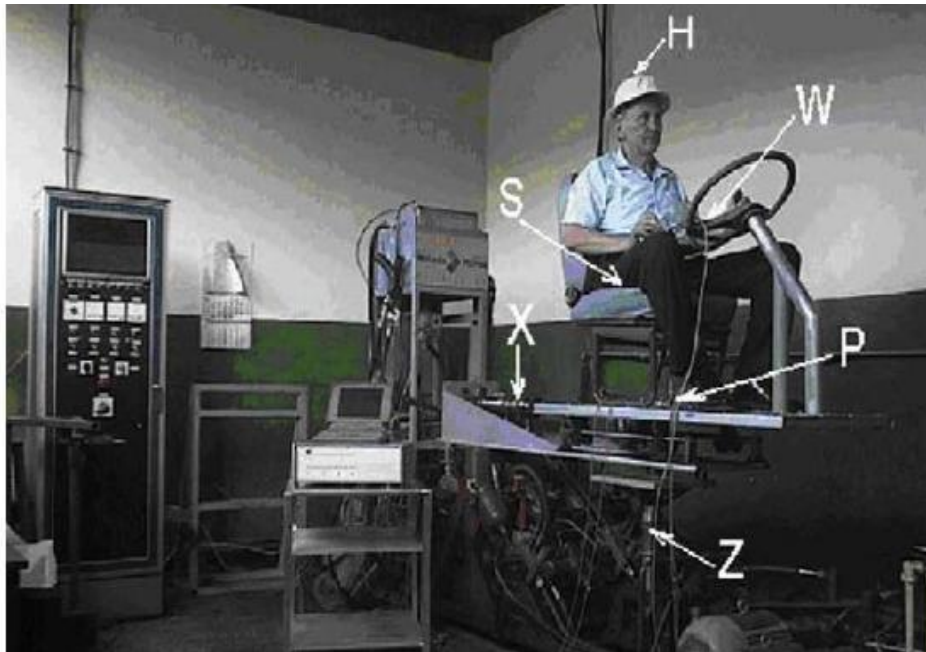


Рисунок 1 – Вимірювальне обладнання із зазначенням напрямів вібрації, що діє на людину-оператора

Отримані результати експериментального дослідження показали:

- параметри провідності тіла людини залежать від його просторового становища, що потрібно врахувати при побудові біодинамічних моделей вібрації тіла людини;
- тіло людини поводить як нелінійна динамічна система під впливом випадкових рівнів вібрації;
- положення спинки крісла впливає параметри резонансу.

В Італії було проведено дослідження трактора, а саме було розглянуто два різні типи шин А та В [5]. Шини дуже впливають на передачу коливання від землі до коробки передач і в кінцевому підсумку на крісло оператора. У дослідженні використовували крісло оператора зі спинкою та підлокітниками, зроблену з пневматичною поздовжньою підвіскою, автоматичним регулюванням ваги та гідравлічними амортизаторами. Частота сидіння взята як 1,59 Гц, за умови, що маса

водія 88 кг. Різні технічні характеристики двох шин, такі як кількість вушок, вуха середньої площі, висота вушка і статична жорсткість коліс, мають важливе значення на прискорення, як на задню вісь трактора, так і на крісло водія. Дослідження впливу параметрів вібрації шин сільськогосподарських машин виявило, що передача вібрації виникає від землі до задньої осі трактора, а потім на робоче місце людини-оператора.

У Німеччині дослідження проводилися з 13 чоловіками для вивчення впливу маси на вібрацію в положенні сидючи, де водій тримав у руках кермо, яке оснащено контактом з поперековою областю. Було показано, що найкраща модель подання це коливальна система з інтенсивністю залежних параметрів із трьома ступенями свободи з урахуванням динамічних властивостей людського тіла. Пізніше дослідження в галузі моделювання антропометричних параметрів стали основними питаннями вивчення впливу вібрації на тіло людини.

Дослідження у Японії проводилися за умов, у яких люди піддавалися вібрації з різними частотами. Було встановлено, що резонансні точки припадали на голову, груди та живіт у діапазоні частот 2 ± 1 Гц. Вони створили узагальнену модель, яка при проектуванні автомобілів забезпечує комфортні умови. Резонанс залежить від різних факторів: фіксованої робочої пози, матеріалу поверхні сидіння, величини вібрації та частоти. При побудові моделі використовували три характеристики: фізичні, фізіологічні та психологічні, подані у таблиці 1.

Таблиця 1 - Реакції людини-оператора при дії транспортної вібрації

Види реакцій	Реакція людини-оператора
Фізична реакція	Зміни були встановлені в різних частинах тіла (голова, груди, живіт, стегна та ноги), особливо було помітно у грудях при частоті 5 Гц.
Фізіологічна реакція	Були збільшені: частота серцевих скорочень, частота дихання та артеріальний тиск.
Психологічна реакція	Залежно від частоти вібрації зростає відчуття втоми.

Побудувавши синтетичну модель, вони дійшли висновку, що потилиця, спина і малий таз схильні до зовнішніх сил вібрації. Ця модель імітувала поведінку вібрації, коли людина сидить. В результаті моделювання, було продемонстровано, що фізична реакція може бути адекватно оцінюватися через рівняння руху

механічної моделі людини, і що фізіологічні та психологічні реакції може бути чисельно передбачені з використанням декількох рівнянь регресії, в якому фізична реакція (передавальні числа) була замінена замість пояснювальних змінних. Крім того, було запропоновано, що ця система вібрації може бути оптимальною в умовах психологічних та фізіологічних для комфортної їзди.

Дослідження у Китаї проводилися з 28 добровольцями (18 чоловіків, 10 жінок) у діапазоні частот від 1 до 20 Гц. Ще 1986 року вчений Фен розробив тренажер визначення вібрації тіла людини з урахуванням усередненого водіння у діапазоні частот від 0 до 10 Гц. Їхні дослідження були спрямовані для вивчення вібрації та моделювання тіла людини в положенні сидючи, щоб підвищити комфортні умови їзди на автомобілі. Результати експерименту показали, що існує не більше двох резонансних піків в діапазоні частот 0,5-30 Гц на кривій вертикальних вібраційних характеристик. Основний резонанс частот чоловіків-добровольців варіюється від 4,39 до 6,61 Гц, із середнім значенням 5,16 Гц. Для жінок-добровольців частота змінюється від 4,29 до 5,85 Гц, в середньому з 4,82 Гц. Другий резонанс частот чоловіків-добровольців варіюватиметься від 8,05 до 12,77 Гц, із середнім значенням 10,86 Гц. Для жінок-добровольців, частоти змінюються від 9,02 до 14,80 Гц, у середньому 10,94 Гц. Їхні дослідження було спрямоване для створення моделі опису вертикальної вібрації та взаємозв'язку віку, росту та ваги людини [6].

Дослідженням у Південній Кореї є розробка біомеханічної моделі людини на сидінні зі спинкою для оцінки якості їзди на автомобілі. З результатів великої кількості експериментальних даних різні біомеханічні моделі були розроблені для опису руху людини. Ця модель може бути у вигляді двох основних вісей (Z-вісь стегна і X-вісь спини) для динамічної оцінки якості їзди в легковому автомобілі та вісі руху голови під час вібрації всього тіла. З вимірних відгуків вібрації всього тіла виявляється, що підтримка спинки сидіння підвищує власну частоту.

У ході роботи було проведено аналіз вібронавантаженості оператора транспортних засобів. Було встановлено, що дослідження проводять у питаннях вивчення та оцінки параметрів системи віброізоляції робочого місця, тобто, створення такого віброзахисного крісла, щоб її частота була нижчою від частот віброзбудження технологічних машин. Одним із сучасних напрямків є

застосування біомеханічних моделей людини-оператора для комп'ютерного моделювання вібраційних впливів. Це дозволило побачити на які ділянки хребта діють найбільші значення вібрації.

Висновки. Аналіз закордонних досліджень показав, що країни Європи та Північно-Східної Азії давно займаються питаннями вивчення вібраційних впливів для покращення комфортної їзди транспортними пристроями. Наприклад, у Китаї визначили резонансні значення вібрації, які в подальшому були спрямовані для створення моделі опису вертикальної вібрації та їх взаємозв'язку з віком, зростом та вагою людини-оператора.

Література

1. Кісь, В. М., Жиліна, О. О., Лук'яненко, В. М. Аналіз методів зниження рівня низькочастотної вібрації на робочому місці оператора мобільних сільськогосподарських машин. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях, 1(46), 125–129. вилучено із <http://vestnik2079-5459.khpi.edu.ua/article/view/46825>.
2. Калінін Є.І., Романченко В.М., Юр'єва Г.П. (2016). Моделювання коливань кузова транспортного засобу на гусеничному ході з урахуванням гнучкості кузова. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. №6. С. 232-238.
3. Borysiuk D., Spirin A., Kupchuk I., Tverdokhlib I., Zelinskyi V., Smyrnov Ye., Ognevyy V. (2021). The methodology of determining the place of installation of accelerometers during vibrodiagnostic of controlled axes of wheeled tractors. *Przegląd Elektrotechniczny*. Vol. 97, № 10. P. 44-48. <https://doi.org/10.15199/48.2021.10.09>.
4. Teterina, I.A., Korchagin, P.A., Letopolsky, A.B. (2019). Results of Investigating Vibration Load at Human Operator's Seat in Utility Machine. In: Radionov, A., Kravchenko, O., Guzeev, V., Rozhdestvenskiy, Y. (eds) *Proceedings of the 4th International Conference on Industrial Engineering. ICIE 2018. Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-95630-5_19.

УДК 528.88: 551.5: 633

**ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК МІЖ НОРМАЛІЗОВАНИМ ДИФЕРЕНЦІЙНИМ
ВЕГЕТАЦІЙНИМ ІНДЕКСОМ НА ПОСІВАХ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР І МЕТЕОРОЛОГІЧНИМИ
ПОКАЗНИКАМИ**

Лиховид П. В., доктор с.-г. наук, ст. наук. співроб.

ел. пошта: pavel.likhovid@gmail.com

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН

Вступ. Дані аерокосмічного моніторингу широко використовуються в агрономії для характеристики стану рослинного покриву шляхом обчислення відповідних вегетаційних індексів, серед яких найбільш уживаним і універсальним є нормалізований диференційний вегетаційний індекс (NDVI). Враховуючи, що культурні рослини є надзвичайно чутливими до метеорологічних факторів навколишнього середовища, особливо, до температурного режиму та надходження вологи з опадами, цікавим і актуальним з науково-теоретичної точки зору є встановлення взаємозв'язку між величинами супутникового NDVI та відповідними метеорологічними показниками. Побудова подібних математичних моделей дозволить виконувати прогностичні розрахунки динамічного розвитку рослин залежно від метеорологічних прогнозів, поліпшуватиме планування виробництва продукції рослинництва [1].

Мета роботи. Встановити кореляційний взаємозв'язок між величинами нормалізованого диференційного вегетаційного індексу в період вегетації основних сільськогосподарських культур, вирощуваних у зоні степу України, з метеорологічними показниками вегетаційного періоду, та розробити, де це доцільно, відповідні регресійні моделі.

Матеріали і методи. Дослідження виконано для посівів, що розташовані у зоні степу України, а саме: АР Крим, Херсонській, Миколаївській, Одеській, Запорізькій, Дніпропетровській, Кіровоградській, Харківській областях. Дані про

врожайність досліджуваних сільськогосподарських культур (озима пшениця, озимий ріпак, кукурудза на зерно, соя, соняшник) отримано в Державній службі статистики України. Метеорологічні показники за період вегетації культурних рослин (місячну температуру повітря та кількість опадів) надано регіональними гідрометеорологічними центрами. Величину NDVI було обчислено за даними глобальної системи сільськогосподарського моніторингу GIMMS із залученням згладженої часової серії Terrain MODIS NDVI з роздільною здатністю 250 м. Маски посівів відповідних сільськогосподарських культур було попередньо застосовано для обмеження та уточнення обчислень NDVI в індивідуальному порядку. Загальна кількість спостережень і вимірів становила 70 – для соняшнику, 48 – для сої, 96 – для кукурудзи на зерно, 58 – для озимого ріпаку та 18 – для озимої пшениці. Математичний аналіз даних виконували методами кореляційно-регресійного аналізу даних за довірчого інтервалу 95% [2, 3].

Результати та обговорення. Встановлено, що кореляція між кількістю опадів та супутниковим NDVI є слабкою ($|r| \leq 0,30$) для більшості досліджуваних культур, за винятком озимого ріпаку (помірний кореляційний зв'язок). Щодо взаємозв'язку з температурним режимом, для соняшнику, сої та озимої пшениці встановлено сильну ($|r| \geq 0,70$) кореляцію [4]. NDVI на посівах кукурудзи на зерно помірно корелює з температурою повітря, а от на посівах озимого ріпаку зафіксовано слабкий взаємозв'язок між цими показниками. Беручи до уваги результати кореляційного аналізу, доцільними було визначено лише три регресійні моделі для наукового та практичного використання, а саме моделі взаємозв'язку між NDVI та температурним режимом у період вегетації таких культур як соняшник, соя і озима пшениця.

Найкраща якість моделей зафіксована для соняшнику (уточнений коефіцієнт детермінації 0,97; середня відносна похибка прогнозу 13,2%). Для сої та пшениці озимої дані статистичні показники склали 0,51 і 14,0% та 0,49 і 16,6%, відповідно. Відповідно до сучасних понять точності математичних моделей, усі три моделі належать до гарних за якістю відповідно до [5]. Розроблені математичні моделі є унікальними та дають додаткові теоретичні знання про взаємозв'язок між супутниковим вегетаційним індексом (а отже, ростовими процесами культурних

рослин) і відповідних метеорологічних факторів. Враховуючи достатню якість і точність, моделі можуть бути використані науково-теоретичних, освітніх і практичних цілях.

Висновки. Результатами дослідження встановлено слабкий кореляційний зв'язок між кількістю опадів і величиною NDVI у період вегетації досліджуваних культур. З іншого боку, сильний взаємозв'язок встановлено для супутникового індексу та температури повітря у таких культур як озима пшениця, кукурудза на зерно, соняшник і соя. Озима пшениця була єдиною культурою з вираженим негативним кореляційним взаємозв'язком із температурним режимом періоду вегетації, що дозволяє вважати цю культуру чутливою до теплового стресу. Розроблені регресійні моделі мають достатньо високу якість підгону апроксимаційної кривої та точність прогнозу (похибка в межах 13-17%). Подальші дослідження будуть спрямовані на забезпечення більш комплексного підходу до встановлення взаємозв'язку між погодними умовами та умовами росту і розвитку сільськогосподарських культур в зоні степу із залученням даних дистанційного зондування Землі.

Література

1. Crippen R. E. Calculating the vegetation index faster. *Remote Sensing of Environment*. 1990. Vol. 34. No. 1. P. 71-73.
2. Lykhovyd P. V., Vozhehova R. A., Hranovska L. M., Bidnyna I. O. The link between the normalized difference vegetation index in major crops and meteorological factors. *Agrology*. 2024. Vol. 7. No. 2. P. 39-45.
3. Zou K. H., Tuncali K., Silverman S. G. Correlation and simple linear regression. *Radiology*. 2003. Vol. 227. No. 3. P. 617-628.
4. Dawud Adebayo A., Peter I O. Effect of correlation level on the use of auxiliary variable in double sampling for regression estimation. *Open Journal of Statistics*. 2013. Vol. 2013. P. 37645.
5. Moreno J. J. M., Pol A. P., Abad A. S., Blasco B. C. Using the R-MAPE index as a resistant measure of forecast accuracy. *Psicothema*. 2013. Vol. 25. No. 4. P. 500-506.

ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА: ОСНОВНІ ЕТАПИ ТА ВИКЛИКИ

Келемеш Антон Олександрович, канд. техн. наук, доцент

ел. пошта: anton.kelemesh@pdau.edu.ua,

Бурлака Олексій Анатолійович, канд. техн. наук, доцент

ел. пошта: oleksii.burlaka@pdau.edu.ua,

Іванкова Олена Володимирівна, канд. техн. наук, доцент

ел. пошта: olena.ivankova@pdau.edu.ua,

Полтавський державний аграрний університет

Вступ. У надважких умовах сьогодення, щодо ведення аграрного виробництва, домінуючим фактором по впровадженню тих чи інших технологій у галузі рослинництва є обґрунтування економічної доцільності реалізації запланованих механізованих процесів шляхом зіставлення виробничих витрат та очікуваної виручки від реалізації врожаю.

Загальновідомими твердженнями являються такі, які визначають залежність реалізації біологічного потенціалу тієї чи іншої сільськогосподарської культури від системи регульованих та нерегульованих факторів, основними з яких є типи ґрунтів, наявність поживних елементів та речовин у ґрунті, вологість ґрунту, сума активних температур, кислотність ґрунту, ступінь зараження хворобами та шкідниками.

Якщо розглядати такі умови відносно конкретної сільськогосподарської рослини, то отримання максимально можливого врожаю можливо за умови оптимального співвідношення перерахованих факторів із сучасними прийомами агротехніки. А якщо розглядати умови відносно загальних значних сільськогосподарських площ поля, то віддача рослин може різнитися, і при реалізації звичайних інтенсивних технологій землеробства має місце значна нерівномірність урожайності по площі поля.

Застаріла парадигма щодо визначення середньої урожайності сільськогосподарської культури, усереднених норм посіву, норм внесення добрив, засобів захисту рослин не є ефективним господарським рішенням, призводить не

тільки до перевитрати оборотних засобів виробництва, але й до недоотримання біологічного врожаю сільськогосподарської культури.

Крім того, сучасне аграрне виробництво містить певну ступінь шкідливого впливу на екологічну систему, де розташовані сільськогосподарські угіддя. Стратегія впровадження інновацій полягає у мінімізації такого шкідливого впливу.

Мета роботи. Одним із шляхів вирішення описаної проблеми є застосування систем точного землеробства. Основна концепція систем точного землеробства – дати рослинам необхідну кількість поживних речовин для реалізації їхнього біологічного потенціалу в повному обсязі, використовуючи диференційний підхід на основі інформації про агрофон поля та інших технологічних виробничих факторів.

Матеріали і методи. Сучасні системи точного землеробства розглядаються як багатофункціональні системи, реалізація яких відбувається виконанням механізованих і автоматизованих операційних технологій по сівбі сільськогосподарських культур, внесенню мінеральних та органічних добрив, застосуванню засобів захисту рослин, збиранню врожаю з диференційним визначенням ступеня нерівномірності по площі поля [1, 2].

Ступінь складності елементів системи точного землеробства залежить від засобів моніторингу агробіологічного та агрохімічного стану ґрунту та рослин, технічного та технологічного рівня машинно-тракторних агрегатів, що задіяні в технологіях по вирощуванню та збиранню сільськогосподарської культури [3, 4].

В основі запровадження системи точного землеробства є збір та аналіз різноманітної інформації агротехнічного характеру на конкретному полі. Крім того, така інформація прив'язується до географічних координат виокремлених частин поля, прийнятих за одиницю виконання вимірів і спостережень.

Наприклад, при формуванні карти врожайності сільськогосподарської культури, за таку одиницю вимірювання частини поля можливо прийняти центри ділянок площі поля прямокутної форми зі сторонами, одна з яких дорівнює ширині захвату жниварки комбайна, а інша – відрізок шляху, що пройшов комбайна за встановлений інтервал часу, як правило це одна секунда. Якщо, при цьому зернозбиральний комбайн обладнано датчиком обліку намолоченого зерна, то можливо вираховувати урожайність кожної такої елементарної ділянки поля

відношенням маси намолоченого зерна до площі такої ділянки. Отримана інформація використовується для побудови карти нерівномірності розподілу врожайності по площі поля.

Результати та обговорення. Основними причинами наявності нерівномірності урожайності по площі поля можуть бути підвищена забур'яненість посівів; порушення агротехнічних вимог та агротехнічних термінів при виконанні комплексу механізованих робіт; коливання щільності ґрунту у вимірювальних ділянках; коливання родючості ґрунту; зміна рельєфу поля; наявність природних перешкод – балок, водойм, лісосмуг.

Господарське рішення щодо впровадження систем точного землеробства залежить від обсягу сільськогосподарських угідь, наявного комплексу машин і обладнання для вирощування і збирання сільськогосподарських культур.

Якщо основна мета застосування елементів систем точного землеробства – економія оборотних засобів виробництва і виробничих витрат взагалі, то ступінь впровадження таких систем можливо умовно розділити на декілька рівнів. При цьому треба врахувати виробничий досвід аграрних підприємств, де безпосереднє впровадження систем точного землеробства відбувається протягом десяти років.

Першим етапом впровадження елементів систем точного землеробства є застосування візуальної навігації та автоматичного водіння машинно-тракторних агрегатів. При чому візуальна навігація розглядається як початковий рівень даних технологій.

Мета впровадження даних елементів систем точного землеробства – зменшення перекриття щодо робочої ширини захвату суміжних проходів машинно-тракторних агрегатів і доведення коефіцієнту використання робочої ширини захвату сільськогосподарських машин до одиниці.

При цьому, як показує практичний досвід застосування елементів систем точного землеробства компанії «Ерідон Тех» (рис. 1), таке запровадження візуальної навігації доцільно при розмірах посівних площ сільськогосподарських підприємств більше 70 га. Інші елементи інтенсивних технологій по вирощуванню та збиранню сільськогосподарських культур залишаються незмінними. Застосування

автоматичних систем водіння машинно-тракторних агрегатів по площі поля доцільне за умови виробництва від 250 га.



Рисунок 1 – Приклад обладнання для впровадження систем точного землеробства різної складності [1]

Другий етап має на меті збір і аналіз даних про агротехнічний стан поля дискретно, із визначенням елементарних ділянок, як правило це прямокутники, геометричні розміри яких дорівнюють або кратні ширині захвату сільськогосподарських машин, що використовуються або плануються до використання в аграрних підприємствах. Відповідно деталізований аналіз родючості ґрунтів, аналіз нерівномірності розвитку культурних сільськогосподарських рослин (рис. 1), збір масивів даних про нерівномірність розподілу урожайності по площі поля, збір інформації про ступінь засміченості бур'янами, шкідниками та про наявність хвороб рослин – це стратегія подальшого застосування елементів систем точного землеробства на такому етапі.

Треба зазначити, що чим більше інформації можливо зібрати з більшою дискретністю, тим вірніше щодо кінцевого результату будуть агроінженерні рішення щодо вдосконалення технологій вирощування та збирання сільськогосподарських культур із застосуванням елементів системи точного

землеробства. При цьому використовуються механізовані та автоматизовані пробовідбирачі, мобільні агролабораторії.

Третій етап (аграрні підприємства різних форм власності від 500 га) є більш складним та вартісним, так як передбачає застосування комплексу сільськогосподарських машин і обладнання для систем точного землеробства, що обладнані робочими органами і системами, які можуть змінювати норми внесення сільськогосподарських матеріалів – насіння; мінеральних і органічних твердих, рідких та сипучих добрив; засобів захисту рослин, стимуляторів росту; десикантів в залежності від конкретних координат визначених елементарних ділянок поля де вищеперерахована інформація зібрана, оброблена та введена у вигляді масивів.

Для запровадження третього етапу необхідно дообладнати збиральні машини, наприклад зернозбиральні комбайни пристроями для отримання інформації про кількісні та якісні характеристики потоків технологічного матеріалу – як правило, це датчики вимірювання кількості наколоченого зерна в зернозбиральних комбайнах що прив'язані до геолокації по переміщенню комбайна по площі поля (рис. 2) [5].

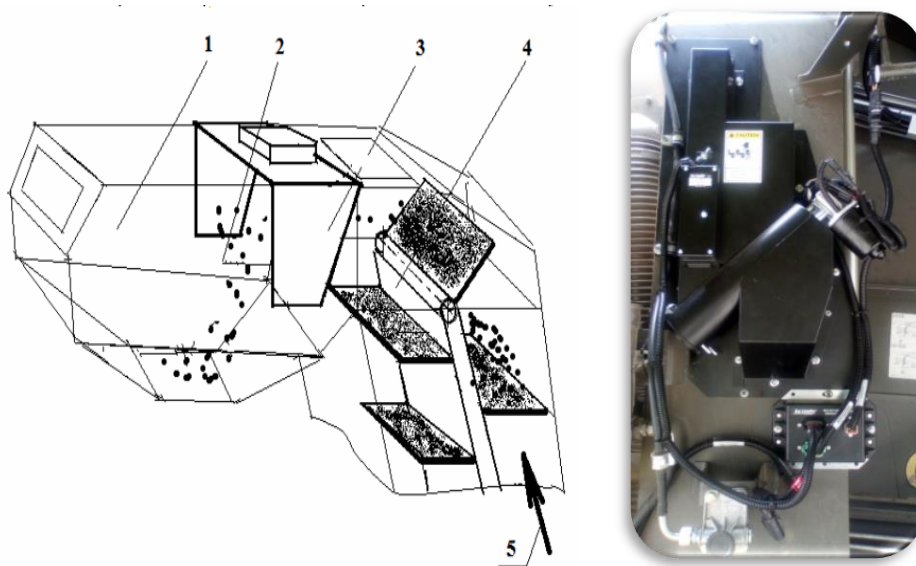


Рисунок 2 – Схема та приклад встановлення датчику намоту зерна в транспортній зерновій системі зернозбирального комбайна: 1 – перевантажувальна камера; зерновий потік; 3 – датчик намоту зерна; 4 – скребковий елеватор; 5 – напрямок потоку зерна (елементи кожухів умовно показані прозорими) [5]

Таке обладнання у сукупності зі супутниковою навігацією чи навігацією за допомогою RTK (Real Time Kinematic) станцій дає змогу отримувати інформацію про стан виконання технології з кожної дискретної частини поля з метою побудови карти нерівномірності врожайності.

Така карта є заключним оціночним етапом впровадження технології з елементами систем точного землеробства, при цьому, чим менше коливання нерівномірності врожайності по площі поля, тим ефективніше запроваджена досліджувана система.

Інформація з карти врожайності, як і з карти родючості ґрунту даного поля є підставою для прийняття інженерно-технологічного рішення щодо доцільності виконання таких основних важливих та витратних технологічних операцій, як сівба, внесення мінеральних і органічних добрив, використання засобів захисту рослин, використання покрокового відключення висіваючих апаратів чи форсунок обприскувача з метою недопущення перехресної сівби чи обприскування як основного напрямку щодо скорочення виробничих витрат та вирівнювання біологічних умов вирощування сільськогосподарських культур по всій площі поля. Щодо особливості запровадження даного етапу складності елементів систем точного землеробства, то витратна частина аграрія повинна бути зіставлена з очікуваною додатковою виручкою від реалізації сільськогосподарської продукції або економією від оборотних засобів виробництва (насіннєвий матеріал, засоби захисту рослин, паливо-мастильні матеріали, інші енергетичні ресурси).

Так, наприклад, тенденції до швидкісного посіву просапних культур, де необхідно зберігати точність та рівномірність висіву насіння можуть бути реалізовані за допомогою системи SureSpeed. Дана система SureSpeed була розроблена для забезпечення високої точності вашої сівалки на високих швидкостях. Відділення і відстань між насінням, унікальна конструкція дозатора і контрольована передача насіння від дозатора до пристрою подачі максимізують поділ і забезпечують ідеальний інтервал на всіх швидкостях до 19 км/год.

Останній, більш складний етап запровадження системи точного землеробства – інтеграція елементів такої системи в загальну автоматизовану та комп'ютеризовану систему управління аграрним підприємством. Такий етап

потребує використання спеціалізованого програмного забезпечення, основні задачі та алгоритм якого можливо охарактеризувати, як: обробка даних більшості дисплеїв для точного землеробства; створення та запис карт-завдань для диференційного посіву, внесення добрив; створення, управління, імпорту/експорту навігаційних ліній; створення, управління, імпорту/експорту границь поля; сортування даних відповідно до геоінформаційних даних; аналіз специфічних ділянок для виявлення проблем; створення та роздрукування детальних карт та звітів.

Висновки. Техніко-економічним підгрунтям щодо виробничого запровадження елементів систем точного землеробства є: 1) визначення шляхів економії матеріальних ресурсів (насіннєвий матеріал, добрива, засоби захисту рослин, паливо-мастильні матеріали, інші енергетичні ресурси); 2) намагання максимально ефективно використовувати родючість ґрунтів по всій площі поля та створити оптимальні умови для реалізації біологічного потенціалу для культурних сільськогосподарських рослин; 3) екологічна складова – дискретне внесення засобів захисту рослин не тільки економія пестицидів, але й зменшення ступеня шкідливості технології виробництва у рослинництві в цілому; 4) вирівнювання урожайності та умов живлення культурних рослин по площі поля за рахунок диференціації норм посіву, внесення добрив, пестицидів, уникнення перехресного посіву, покрокове вимикання форсунок – це шляхи зменшення собівартості майбутньої сільськогосподарської продукції; 5) упровадження сучасної системи управління аграрним підприємством в цілому, де основним елементом є комп'ютеризовані системи точного землеробства.

Література

1. Точне землеробство Ag Leader. URL: <https://www.eridon-tech.com.ua/precision-farming/> (дата звернення: 03.09.2024).
2. Amertet S., Gebresenbet G., Alwan H.M. Application of hyper-automation in farming – an analysis. *Smart Agricultural Technology*. 2024. Volume 9, 100516. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100516>

3. Mahore V., Soni P., Patidar P., Nagar V., Chouriya A., Machavaram R. Development and implementation of a raspberry Pi-based IoT system for real-time performance monitoring of an instrumented tractor. *Smart Agricultural Technology*. 2024. Volume 9, 100530. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100530>

4. Chmelíková L., Schmid H., Anke S., Hülsbergen K. Energy-use efficiency of organic and conventional plant production systems in Germany. *Scientific Reports*. 2024. Volume 14, 1806. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-51768-3>

5. Бурлака О., Яхін С., Падалка В., Бурлака А. 100 тон за годину, а що далі? Порівнюємо та аналізуємо характеристики флагманських моделей високопродуктивних зернозбиральних комбайнів. *Scientific Progress & Innovations*. 2021. № 3. С. 274-288. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.03.34>

УДК 631.528:631.559:551.502.4

ОЦІНКА ТОЧНОСТІ ПРОГНОЗІВ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

Майданович Н.М. канд. геогр. наук, poljuljach@ukr.net

Майданович В.С. канд. техн. наук,

ДНУ УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

Вступ. Методи і системи дистанційного агромоніторингу постійно вдосконалюються і розроблені прогностні показники врожайності сільськогосподарських культур потребують періодичної оцінки їх точності в порівнянні з фактичним значенням.

Використання вільнодоступних джерел з даними дистанційного агромоніторингу дозволяє широко впроваджувати сучасні інформаційні продукти на різних етапах сільськогосподарського менеджменту та розробляти прогнози врожайності основних сільськогосподарських культур в Україні з різним періодом завчасності.

Метою даної роботи є висвітлення результатів оцінки точності виконаних в УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого прогнозів врожайності пшениці, ячменю та кукурудзи на рівні держави впродовж 2015-2020 років.

Матеріали і методи. Методика прогнозування врожайності сільськогосподарських культур представлена в [1-2]. Оцінку точності прогнозів врожайності та валового збору основних сільськогосподарських культур за 2015-2020 роки виконано шляхом порівняння фактичних значень врожайності пшениці, ячменю та кукурудзи в Україні із авторськими прогнозними показниками та даними європейської системи MCYFS (MARS Crop Yield Forecasting System). Останні роки (після 2020 р.) не враховано через закритість широкого доступу до статистичної інформації в зв'язку з військовим станом.

Результати і обговорення. Для інформаційного забезпечення сільськогосподарського менеджменту всіх рівнів у розвинених країнах світу широко використовують різноманітні інформаційні системи [3]. В залежності від оглядовості (розміру контрольованої системою території) розрізняють системи локального, регіонального та національного (або транснаціонального) рівнів, але всі вони зазвичай складаються з наступних трьох блоків: блок отримання інформації, блок обробки та аналізу інформації, блок розповсюдження інформації. Як правило в таких аналітичних системах для отримання інформації широко використовуються технології та методи дистанційного зондування Землі, для обробки та аналізу інформації використовуються географічні інформаційні системи, а для її розповсюдження – інтернет технології. В наукових працях широко досліджено найпоширеніші інформаційні предиктори для побудови прогнозів врожайності сільськогосподарських культур та висвітлено алгоритми прогнозування на основі даних ДЗЗ [1-2, 4-8].

Найбільш відомими системами агромоніторингу національного (або транснаціонального) рівнів є система FAS/IPAD Департаменту сільського господарства США та європейська система MCYFS – (система прогнозування врожайності посівів на базі програми MARS) [3]. Наукові колективи УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого та Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту (УкрНДГМІ) досліджували елементи системи MARS з метою вивчення можливостей інтеграції України до даної системи. Пілотні проекти з впровадження даної системи в Україні проведені авторським колективом та науковим колективом УкрНДГМІ засвідчили достатню якість прогнозування врожайності озимої

пшениці для території нашої держави в цілому. Проте для розширення спектру прогнозованих культур та підвищення якості прогнозів для окремих адміністративних регіонів України дана система потребує суттєвого поповнення баз даних та адаптації моделі WOFOST під культивовані сортові видозміни.

На підставі агрометеорологічних баз даних, оперативної інформації Міністерства аграрної політики та продовольства України про стан посівів і розроблених моделей визначення індексів сприятливості агрометеорологічних умов для росту і розвитку сільськогосподарських культур, авторським колективом щорічно випускається по 4 аналітично-прогностичних бюлетені «Аналіз розвитку і прогноз урожайності основних сільськогосподарських культур в Україні» з різною завчасністю впродовж вегетаційного періоду.

Оцінка розроблених авторами прогнозних показників, в порівнянні з європейськими даними (система MARS), в результаті аналізу врожайності окремих культур на рівні держави впродовж 2015-2020 років (за прогнозними даними станом на кінець травня) засвідчила, що в переважній більшості випадків прогнозні показники УкрНДПБТ ім. Л. Погорілого були ближчими до фактичного рівня врожайності ніж безпосередні оцінки європейської системи MARS (рис. 1).

Точність прогнозування на рівні держави варіювала з роками, але в обох випадках була переважно задовільною (табл. 1).

Таблиця 1 – Відхилення прогнозованого рівня врожайності від фактичних значень, %

Культура (	Роки					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Пшениця (УкрНДПБТ)	2,6	3,8	1,5	7,2	2,2	1,3
Пшениця (MARS)	5,9	5,5	4,9	5,6	1,7	4,7
Ячмінь (УкрНДПБТ)	3,4	9,1	4,8	4,7	2,0	5,3
Ячмінь (MARS)	9,5	13,6	8,8	1,7	4,1	1,2
Кукурудза (УкрНДПБТ)	9,5	7,6	12,5	20,3	2,6	21,0
Кукурудза (MARS)	7,4	8,6	8,9	21,8	1,1	31,5

Середня за 2015-2020 роки похибка прогнозування для пшениці у травневих прогнозах УкрНДПБТ ім. Л. Погорілого склала 3,1%, а у прогнозах системи MARS – 4,7%. Для ячменю ці оцінки мали значення 4,9% і 6,5%, а для кукурудзи 12,2% і 13,2% відповідно (що пояснюється значним періодом завчасності).

Найбільшою похибка прогнозування у випадку обох систем була для кукурудзи у 2018 та 2020 роках (див. табл. 1), що було обумовлено значним відхиленням агрометеорологічних факторів вегетаційного періоду даної культури від закладених у модель середньостатистичних значень, що не можливо було передбачити на етапі прогнозування. У випадку 2018 року фактичні значення врожайності кукурудзи сягнули історичного максимуму, а у випадку 2020 року – складні агрометеорологічні умови останніх місяців вегетації зашкодили формуванню очікуваного рівня врожаю культури.

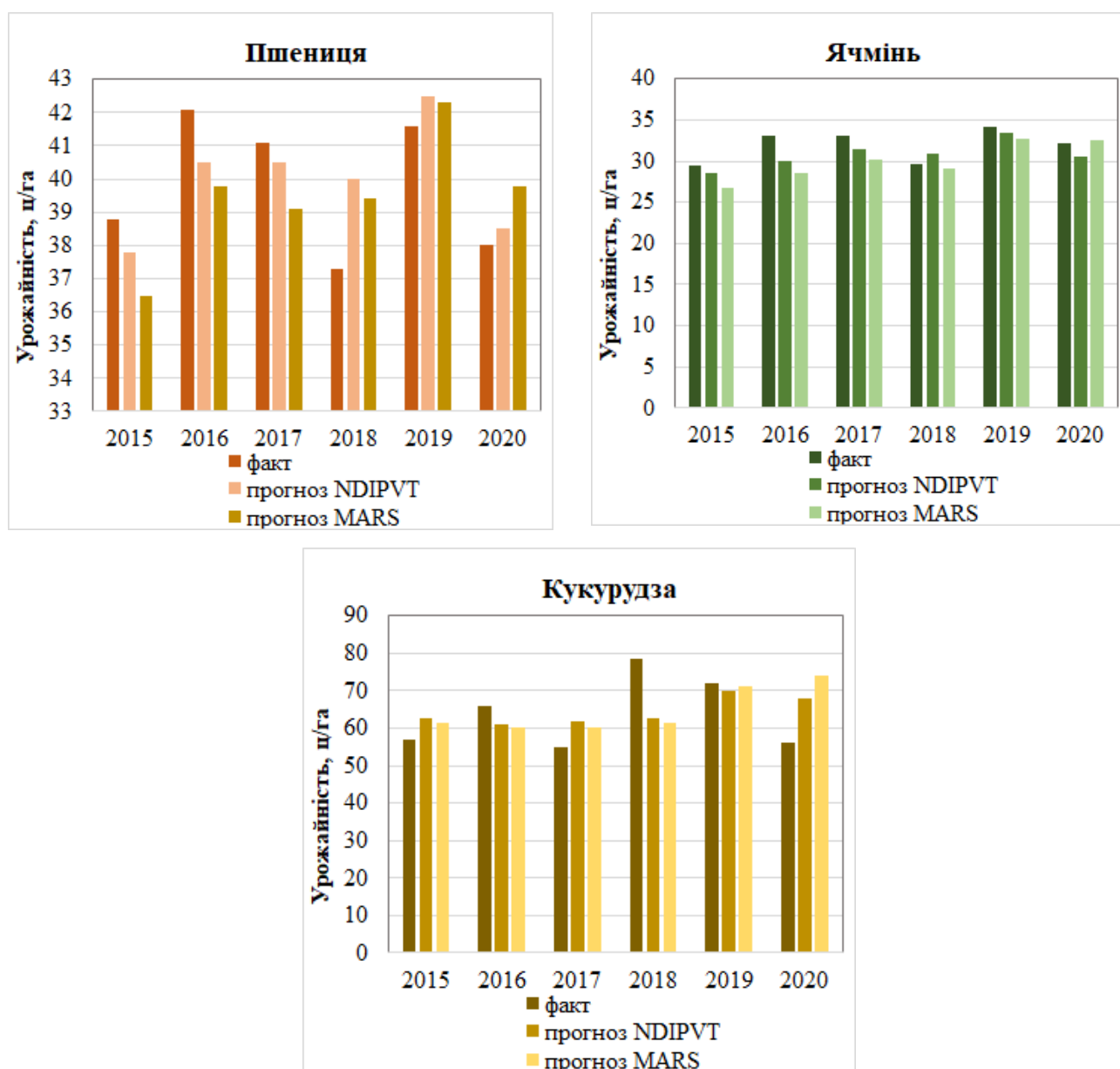


Рисунок 1 – Порівняльна оцінка усереднених для України прогнозних показників врожайності окремих культур (станом на кінець травня). Джерело: авторські дослідження.

Висновки. Представлені в роботі результати з оцінки точності виконаних в УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого прогнозів врожайності основних сільськогосподарських культур (на рівні держави) свідчать про задовільну точність розроблених прогнозних оцінок. Проте неможливість довгострокового передбачення агрометеорологічних умов росту і розвитку культур завжди вноситиме свою похибку і якщо у випадку пізніх культур період завбачення складає декілька місяців, то уникнути цієї похибки вдається лише в роки, коли агрометеорологічні умови будуть близькими до норми, що закладається у модель.

Література

1. Кравчук В., Новохацький М., Сердюченко Н., Сайдак Р. (2013). Моделювання врожайності ярих зернових культур з використанням даних ДЗЗ. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: зб. наук. пр. УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. Вип. 17(2). С. 4-16. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ttar_2013_17\(2\)_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ttar_2013_17(2)_3).
2. Сердюченко Н., Сайдак Р. (2013). Моделювання врожайності кукурудзи з використанням даних ДЗЗ. *Меліорація і водне господарство. Зб наук. пр.* Вип. 101. – С. 32-41.
3. Сердюченко, Н. (2018). Аналіз систем агромоніторингу транснаціонального рівня. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарств а України: зб. наук. пр. УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. Вип. 22 (36), С. 159-165. [https://doi.org/10.31473/2305-5987-2018-1-22\(36\)-157-163](https://doi.org/10.31473/2305-5987-2018-1-22(36)-157-163).
4. Bruno Basso, Lin Liu (2019). Chapter Four - Seasonal crop yield forecast: Methods, applications, and accuracies. *Advances in Agronomy*, Academic Press, Volume 154, Pages 201-255, <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2018.11.002>.
5. Kussul N., Kolotii A., Skakun S., Shelestov A., Kussul O. and Oliynuk T. (2014). Efficiency estimation of different satellite data usage for winter wheat yield forecasting in Ukraine. *2014 IEEE Geoscience and Remote Sensing Symposium*, pp. 5080-5082. DOI: 10.1109/IGARSS.2014.6947639.

6. Johnson M.D., Hsieh W.W., Cannon A.J., Davidson A., Bedard F. (2016). Crop yield forecasting on the Canadian prairies by remotely sensed vegetation indices and machine learning methods. *Agric. For. Meteorol.* 218, 74 – 84. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2015.11.003>
7. Zhang N., Zhao C., Quiring S.M., Li J.L. (2017). Winter wheat yield prediction using normalized difference vegetative index and agro-climatic parameters in Oklahoma. *Agron. J.* 109, 2700 - 2713. <https://doi.org/10.2134/agronj2017.03.0133>
8. Kogan F., Salazar L. and Roytman L. (2012). Forecasting crop production using satellite-based vegetation health indices in Kansas, USA. *Int. J. Remote Sens.*, 33, 2798–2814. DOI: [10.1080/01431161.2011.621464](https://doi.org/10.1080/01431161.2011.621464)
9. Бабич А. О. Теоретичне обґрунтування та шляхи оптимізації сортової технології вирощування сої в умовах Лісостепу України / Бабич А.О., Колісник С.І., Кобак С.І., Панасюк О.Я., Венедіктов О.М., Балан М.О. // *Корми і кормовиробництво*. – 2011. – Вип. 69. – С. 113-121.
10. Даценко В. К., Маличенко С. М., Лагута С. К. Влияние углеаммоний-ных солей и тримана-1 на азотфиксирующую активность и продуктивность сои – Елементи регуляції в рослинництві: Збірник наукових праць / НАН України; Ін-т біоорг. хімії та нафтохімії; НІЦ “АКСО”; під ред. В.П. Кухаря. – К.: ВПС «Компас», 1998. – С. 182-188.
11. Лабутова Н. М., Лях В. А., Аксенов И. В., Шевченко О. В., Гордон В. Л. Влияние двойной инокуляции биопрепаратами на основе азотфиксирующих и фосфатмобилизирующих микроорганизмов на продуктивность сои и содержание подвижных форм азота и фосфора в почве ризосферы // *Біологічні науки і проблеми рослинництва: Збірник наукових праць Уманського ДАУ (спеціальний випуск)*. – Умань: Уманський ДАУ, 2003. – С. 262-266.
12. Білявська Л. Г., Шерстобоева О. В., Білявський Ю. В. Реакція сортів сої до бактеризації насіння за різних погодних умов // *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. – 2010. – № 4. – С. 47-49.
13. Овчаров К. Е., Кизилова Е. Г. Разнокачественность семян и продуктивность растений. – М.: «Колос», 1966. – 160 с.
14. Власенко В. В., Паламарчук І. П., Паламарчук І. І., Янович В. П. Сучасні

погляди на використання ефективних мікроорганізмів для покращення травостою злаково-бобових травосумішей // Корми і кормовиробництво. – 2012. – Вип. 74. – С. 65-68.

15. Бахмат О. М., Чинчик О. С. Вплив системи удобрення та інокуляції насіння на продуктивність насіння сої в умовах західного Лісостепу України // Корми і кормовиробництво. – 2008. – Вип. 60. – С. 37-42.

16. Камінський В. Ф., Мосьонз Н. П. Формування продуктивності сої залежно від агротехнічних заходів в умовах північного лісостепу України // Корми і кормовиробництво. – 2010. – Вип. 67. – С. 45-50.

УДК 635.655

ПОЗАКОРЕНЕВЕ ПІДЖИВЛЕННЯ СОЇ КОМПЛЕКСОМ МІКРОДОБРИВ І СТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ

Думич В. В., ел. пошта: dumych1963@ukr.net

Львівська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

Вступ. Соя займає перше місце у світовому виробництві харчової рослинної олії, яка споживається людьми та є сировиною для виробництва вищих сортів столового маргарину, лецитину. Соєва олія використовується також у миловарній та лакофарбовій промисловості. Світове птахівництво і свинарство базуються на згодовуванні соєвого протеїну [1]. Це спонукає до впровадження ефективних заходів спрямованих на збільшення врожайності зерна сої.

Вагомим чинником підвищення врожаю та поліпшення якості насіння сої є збалансована система живлення, здатна задовольнити потреби рослин в макро- та мікроелементах, вітамінах тощо. Більшість науковців стверджують, що застосування сучасних макро- і мікродобрих та регуляторів росту покращує життєдіяльність рослин, стимулює фотосинтетичні процеси, ріст і розвиток рослин, підвищує стійкість до несприятливих погодних умов, стресів, хвороб і забезпечує підвищення врожайності [2-5].

На ринку представлені різні види макро- та мікродобрих добрив, стимуляторів в росту, біопрепаратів тощо. Проте, як стверджують дослідники,

показники ефективності їх дії в різних умовах можуть суттєво різнитися [6, 7]. Тому, вивчення впливу цих препаратів на продуктивність сої в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах є важливим питанням.

Мета роботи. Соя вважається культурою лісостепової зони. Однак, внаслідок кліматичних змін, створились добрі умови для виробництва зерна сої в інших регіонах, зокрема в господарствах Заходу України. Зважаючи, на високу рентабельність виробництва, площі посівів сої в регіоні, впродовж 15-20 років, зросли більше ніж в 100 разів [8, 9]. Відтак, соя є новою культурою для Західного регіону України, а технологічні прийоми її вирощування в регіоні, зокрема і позакореневе підживлення, недостатньо вивчені.

Тому метою роботи є визначення впливу позакореневого підживлення мікродобривами та стимуляторами росту на метричні показники, врожайність та ефективність вирощування сої в регіональних умовах західних областей України.

Методи і матеріали. Дослідження ефективності позакореневого підживлення проводились на дослідному полі Львівської філії УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, яке характеризувалось дерново-підзолистими суглинковими ґрунтами з глибиною гумусового шару 28 см. В орному шарі ґрунту міститься 2,3 % гумусу, легкогідролізованого азоту – 58,6, рухомого фосфору – 113,79 та обмінного калію 104,84 мг/кг ґрунту. Реакція ґрунтового розчину - рН 5,3.

Середньодобова температура повітря за вегетаційний період, який тривав з 1.05. по 15.09 склала +16,7°C. Впродовж вегетаційного періоду кількість опадів становила 505 мм.

Схема досліду включала наступні варіанти позакореневого підживлення:

1. Контроль – без застосування мікродобриг;
2. Дослід 1 – дворазова обробка комплексом мікродобриг Інтермаг соя (2 л/га) + Інтермаг бор (1,5 л/га) + Інтермаг соя (2 л/га) + Інтермаг молібден (1,5 л/га) + Інтермаг титан (0,2 л/га);
3. Дослід 2 - дворазова обробка рослин регулятором росту Атонік плюс (0,2 л/га)

4. Дослід 3 – дворазова обробка робочим розчином мікродобрих Інтермаг соя (2 л/га) (2 рази) + Інтермаг бор (1,5 л/га) + Інтермаг молібден (1,5 л/га) + Інтермаг титан (0,2 л/га) та регулятора росту Атонік плюс (0,2 л/га).

Внесення препаратів проводилось у фазах розвитку рослин 3-5 трійчастих листків та бутонізації одночасно із внесенням засобів захисту рослин.

На всіх ділянках застосовувалась однакова технологія, за винятком, досліджуваних чинників. Проведено традиційну систему обробітку ґрунту, під передпосівний обробіток було внесено мінеральні добрива: сульфоаммофос NPS 20-20-16 (150 кг/га) та тармогран NPK (Ca, Mg, S) 3-9-19 (5-3-21) + В 0,2% (150 кг). Сівбу виконували насінням сорту Кордоба, обробленим протруйником Фунабен (3,5 л/т), інокулянтом РізоФікс соя (3,3 кг/т) та мікродобривом Інтермаг Примус насіння (2,5 л/т). Для сівби застосовували зернотукову сівалку СЗ-3,6 АСТРА. Норма висіву – 600 тис. насінин на гектар.

Система захисту рослин включала три обприскування гербіцидами: ґрунтовим - Пледж (0,1 кг/га) і по сходовим - Альфа бентазон (2,7 л/га) та Центуріон (0,4 л/га) та дві обробки робочими розчинами (інсектициду Разит (0,2 кг/га) і фунгіциду Болівар форте (0,7 л/га)) та (інсектициду Нокаут екстра (0,1 л/га) і фунгіциду Док Про (0,5 кг/га)). У фазі побуріння бобів нижнього та середнього ярусів, для рівномірності досягання та підсушування рослин внесено десикант Квад 150 (2 л/га).

Густоту стеблостою, висоту рослин визначали на облікових ділянках (0,25 м²) у чотирьох місцях по діагоналі. Кількість бобів на рослині, кількість насінин в бобі, вагу 1000 насінин і біологічну врожайність визначали у період повної стиглості за дві доби до початку збирання. Для цього відбирали рослини з площі 0,25 м² з кожної повторності. Визначання показників здійснювалось за методами КНД 46.16.02.08-95 “Техніка сільськогосподарська. Методи визначення умов випробувань”

Економічну ефективність альтернативних систем обробки насіння і позакореневого підживлення визначали шляхом складання технологічних карт з наступним порівнянням їх за всіма статтями затрат і основними економічними показниками. Економічні показники технологій системи удобрення сої визначали

згідно ДСТУ 4397:2005 "Сільськогосподарська техніка. Методи економічного оцінювання техніки на етапі випробувань".

Результати. Результати впливу мікродобрив та стимулятора росту на біометричні показники та врожайність сої на ділянках з різними схемами внесення препаратів наведено у таблиці 1.

За результатами досліджень спостерігається позитивна дія мікродобрив на ріст і розвиток рослин сої. Так, за даними біометричних вимірів висота рослин на ділянках з внесеними препаратами становила 89-93 см, що на 6-10 см більше ніж на контролі. Найбільшу висоту стеблостою зафіксовано на ділянці з дворазовим позакореневим підживленням сумішшю стимуляторів росту та мікродобрив (дослід 3).

Таблиця 1 – Вплив позакоренових підживлень на ріст і розвиток рослин та якість насіння сої

Показник	Значення показника			
	Контроль	Дослід 1	Дослід 2	Дослід 3
Висота рослин, см	83	89	91	93
Густота стеблостою, шт./м ²	47,1	47,6	47,8	47,8
Кількість бобів на рослині, шт.	21,4	21,8	21,8	22,1
Кількість насінин в бобі, шт.	1,8	2,0	2,0	2,1
Кількість насінин на рослині, шт.	38,5	43,6	43,6	46,4
Маса 1000 насінин, г	148,8	150,1	150,3	150,8
Біологічна урожайність, т/га	2,70	3,11	3,13	3,34

На ділянках з різними варіантами позакоренового підживлення фіксувалася різна густота рослин. Густота рослин на контролі – 47,1 шт./м², а на ділянках з внесеними препаратами знаходилась в межах від 47,6 до 47,8 шт./м². Відтак, дворазова позакоренева обробка мікродобривами і стимулятором росту сприяла підвищенню стійкості рослин до негативних чинників і показник виживання рослин.

За результатами досліджень відзначено позитивний вплив позакоренового підживлення на основні структурні показники сої – кількість бобів на рослині, кількість насінин в бобі, вагу 1000 насінин та насінневу продуктивність однієї рослини.

На контролі кількість бобів на рослині 21,4 шт., в яких міститься 1,8 насінин.

В результаті дворазової обробки посівів комплексом мікродобрих і стимулятором росту одержано збільшення кількості бобів і кількості насінин в бобі. Найбільшу кількість бобів і насінин в них (22,1 та 2,1 шт. відповідно) одержано за дворазової позакореневої обробки посівів робочим розчином мікродобрих і стимулятора росту (дослід 3). На даній ділянці кількість насінин на рослині становила 46,4 шт., що на 20,5% більше в порівнянні з контролем.

Встановлено, що обробка препаратами забезпечувала підвищення показників якості насіння. Так, маса 1000 насінин на ділянках, де проводилось позакореневе обприскування препаратами становила 150,1-150,8 г, що на 1,3-2,0 г більше ніж на контролі.

У міру збільшення кількості внесених мікродобрих та стимуляторів росту зростає врожайність насіння сої. Найбільшу врожайність одержано на ділянці з дворазовим позакореневим підживленням стимулятором росту Атонік плюс та комплексом мікродобрих. Врожайність сої на цій ділянці становила 3,34 т/га, що на 0,64 т/га або на 23,7% більше в порівнянні з контролем. На контрольній ділянці одержано врожайність 2,7 т/га. На інших ділянках з різними схемами позакореневого підживлення приріст врожаю склав 0,41-0,43 т/га.

Зростання врожайності сої пов'язано із збільшенням витрат на проведення операцій позакореневого підживлення. Витрати на препарати залежно від схеми внесення склали 1029-2153 грн./га (рис. 1).

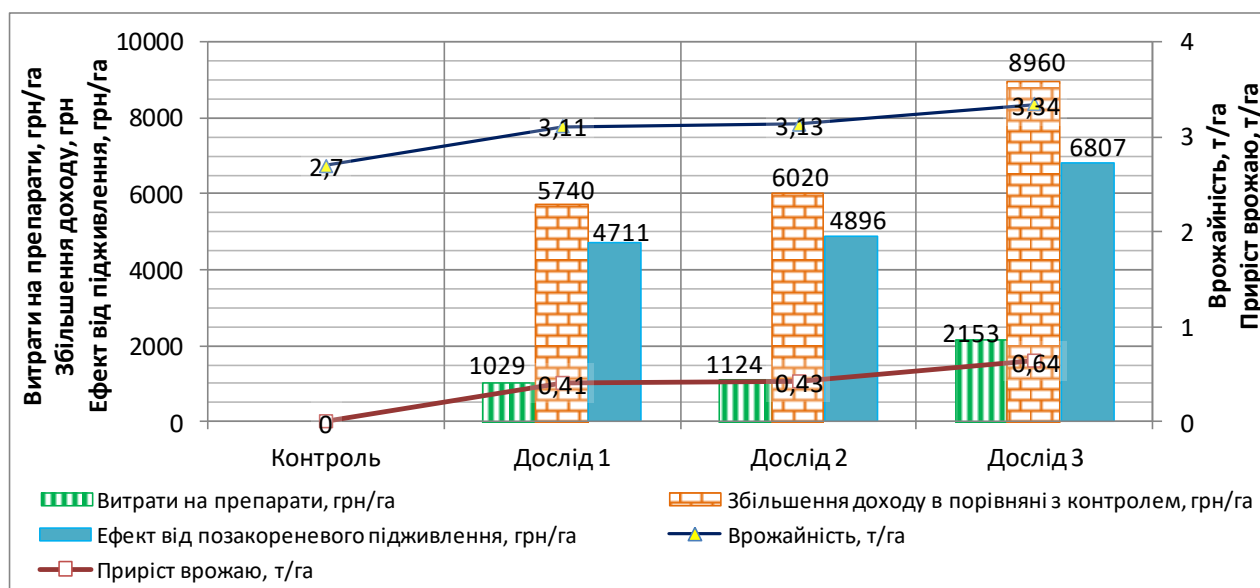


Рисунок 1 – Показники ефективності позакореневого підживлення

Проте, в результаті збільшення врожайності насіння з цієї ділянки одержано збільшення доходу від його реалізації на 5740-8960 грн/га. Ефект від застосування інших варіантів позакореневого підживлення знаходиться в межах від 4711 до 6807 грн/га. Найбільший ефект одержано у випадку позакоренових підживлень робочими розчинами, які поєднують мікродобрива і стимулятори росту (дослід 3).

Висновки. Позакореневе підживлення комплексом мікродобрив та стимуляторів росту забезпечило поліпшення основних структурних показники сої – кількість бобів на рослині, кількість насінин в бобі, вагу 1000 насінин та насінневу продуктивність однієї рослини.

У міру збільшення кількості внесених мікродобрив та стимуляторів росту зростає врожайність насіння сої. Найбільшу врожайність (3,34 т/га) одержано на ділянці з дворазовим позакореновим підживленням стимулятором росту та мікродобривами, що на 0,64 т/га або на 23,7% більше в порівнянні з контролем. На інших ділянках з різними схемами позакореневого підживлення приріст врожаю склав 0,41-0,43 т/га.

Ефект від впровадження позакореневого підживлення знаходиться в межах від 4711 до 6807 грн/га. За результатами відзначено, що найбільший ефект досягається за умови дворазового підживлення робочим розчином мікродобрив і стимуляторів росту.

Література

1. Цікаві факти про СОЮ: у світі та в Україні. URL: https://tetra-agro.com.ua/news/cikavi_fakti_pro_soyu_u_sviti_ta_v_ukrayini?srsltid=AfmBOopY0xyG34XH7GmYDTpF4fUFqktEgSVk4Wjhb_b0RY69LNb8Y4qg

2. Думич В. Вплив біопрепаратів на ефективність вирощування сої в Західному регіоні України. /В. Думич// Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: Зб. наук. пр. УкрНДПБТ ім. Л. Погорілого., 2020. Випуск 26 (40), С. 292-298. DOI:10.31473/2305-5987-2020-1-26(40)-27

3. Новохацький М. Л. *Потреба сої в мікродобривах та доцільність їх застосування.* /М. Л. Новохацький, А.Л Бондаренко// Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства

України: Зб. наук. пр. УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого., Дослідницьке, 2018. Випуск 22 (36), С. 237-244. DOI: 10.31473/2305-5987-2018-1-22(36)-235-242

4. Brzezińska A. Wpływ zaprawiania nasion nawozem mikroelementowym na zawartość chlorofilu w liściach oraz plon nasion soi. / A. Brzezińska, A. Mrozek-Niećko//. Fragmenta Agronomica, 2019. №36(1), С. 7-15

5. Gniewowska E. Nawożenie i dokarmianie soi na początku kwitnienia. URL: <https://polifoska.pl/porady/409-nawozenie-i-dokarmianie-soi-na-poczatku-kwitnienia>

6. Методи аналізу в агрономії та агроекології: навчальний посібник/ Овчарук О.В., Овчарук В.І., Овчарук О.В., Хоміна В.Я., Мостіпан М.І., Кулик Г.А./ за ред. професора В.І. Овчарука.— Кам'янець-Подільський, 2019. — 361 с.

7. Jarecki W. Wpływ nawożenia dolistnego na plon i skład chemiczny nasion soi (Glycine max (L.) Merrill). /W. Jarecki, D Bobrecka-Jamro//. Fragmenta Agronomica, 2015. № 32(4), С. 22-31

8. Бабич А. О. Для Полісся і Західного регіону. / А. О. Бабич//. Аграрний тиждень. URL: <https://a7d.com.ua/plants/6519-dlya-polssya-zahdnogo-regonu.html>

9. Лихочвор В., Панасюк Р. (2010). Соя виходить за межі Соевого поясу. / В. Лихочвор, Р. Панасюк//. Пропозиція. URL: <https://propozitsiya.com/ua/soya-vihodit-za-mezhi-soievogo-royasu> (дата звернення: 02.09.2024)

УДК 635.654

ВПЛИВ СИСТЕМИ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА БІОЛОГІЧНУ ВРОЖАЙНІСТЬ ГОРОХУ ПОСІВНОГО ТА ЇЇ СТРУКТУРУ

Новохацький М., канд. с.-г. наук, доц., novokhatskyi@ukr.net,

Ненужний О.,

УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого

Вступ. В структурі посівних площ України горох, серед зернобобових, займає друге місце після сої. І хоч останнім часом під дану культуру виділяється менше площ, вона має великі перспективи для вирощування на продовольчі та кормові цілі. Це дуже цінна культура в сівозміні, яка залишає після себе азот в ґрунті та виступає добрим попередником для більшості культур [1, 2].

Одним з найважливіших напрямків інтенсифікації виробництва зернобобових культур є підбір оптимальної системи основного обробітку ґрунту. Не раціональний вибір системи обробітку ґрунту може забезпечити значний недобір урожаю.

Мета роботи. Визначити вплив різних систем обробітку ґрунту на біологічну врожайність та структуру врожайності гороху посівного в умовах Лісостепу України.

Матеріали та методи. Дослідження за загальноприйнятими методиками проводилася протягом 2023-2024 рр. у польовій сівозміні дослідного поля УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого.

Результати і обговорення. Нами встановлено, що система обробітку ґрунту може суттєво впливати на біологічну врожайність гороху. В результаті досліджень були визначені такі показники: висота рослин, густота стояння рослин на період збирання, кількість бобів та зерен на одній рослині, біологічна урожайність та збиральний індекс.

За результатами досліджень встановлено, що традиційна система обробітку ґрунту забезпечила найбільшу густоту стояння рослин на період збирання, проте, при цьому, рослини мали найменшу висоту – 52 см. У свою чергу консервувальна, мульчувальна та міні-тіл системи показали гірший результат, однак вони забезпечили кращі показники висоти рослин. Найбільша висота рослин, в межах схеми наших досліджень – 63 см, – відмічена за мульчувального обробітку (рис. 1).

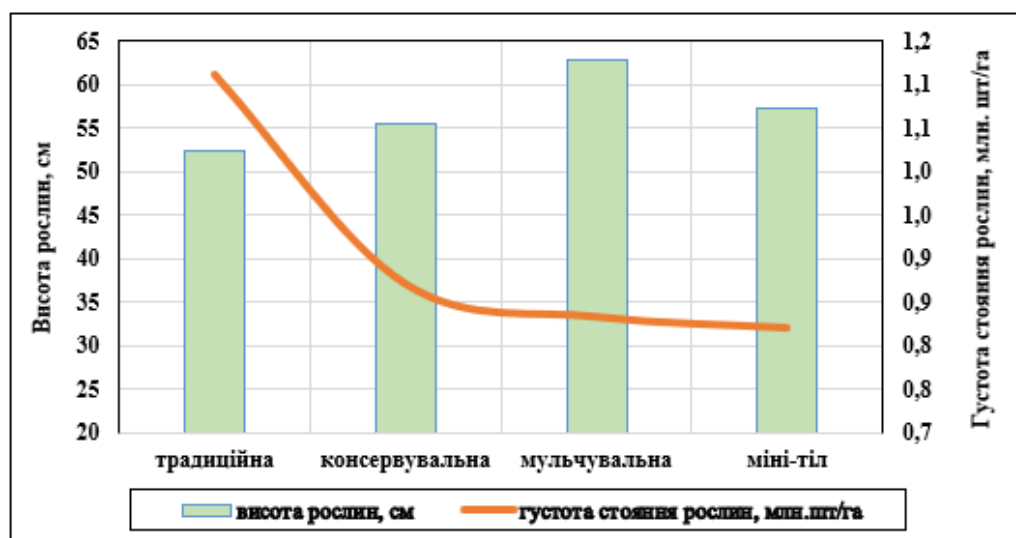


Рисунок 1 – Висота та густота стояння рослин

Найгірші показники щодо кількості бобів та зерен на рослині були отримані за традиційної системи обробітку ґрунту, що можна пояснити найвищою густотою стояння рослин в агроценозі. Кращі результати показали консервувальна та міні-тіл системи. Гірші показники були за мульчувальною обробітку ґрунту. Кількість зерен на рослині гороху коливалась від 12,53 шт. до 14,43 шт. (рис. 2).

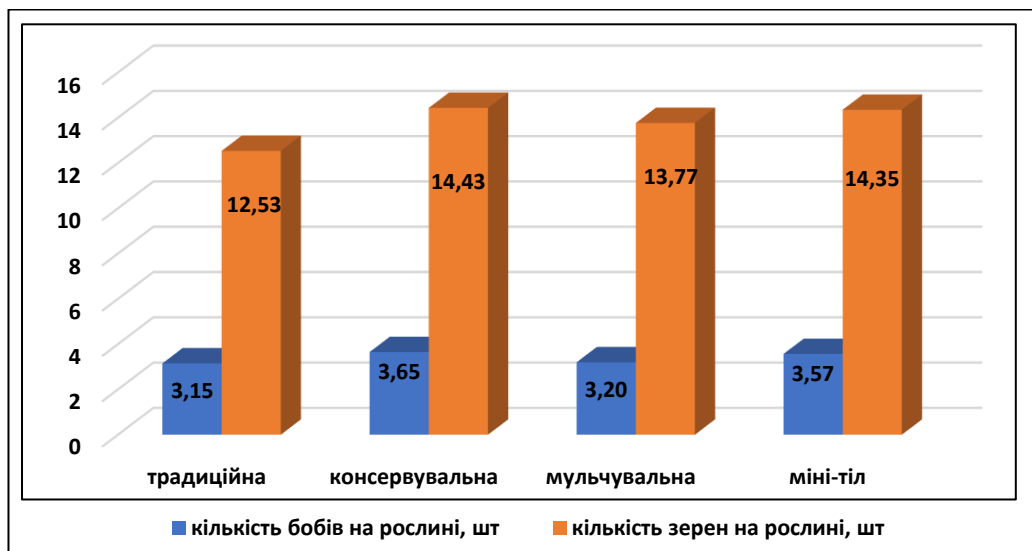


Рисунок 2 – Кількість бобів та зерен на рослині

Традиційна система обробітку забезпечила найвищу біологічну врожайність гороху (30,60 ц/га), що робить її найбільш ефективною серед усіх розглянутих систем. Консервувальна система демонструє дещо нижчу врожайність (29,50 ц/га), а міні-тіл система (28,20 ц/га), що в середньому менше на 7,8% від традиційної системи. Найгірший показник (26,50 ц/га) було отримано за мульчувальної системи обробітку ґрунту (рис. 3).

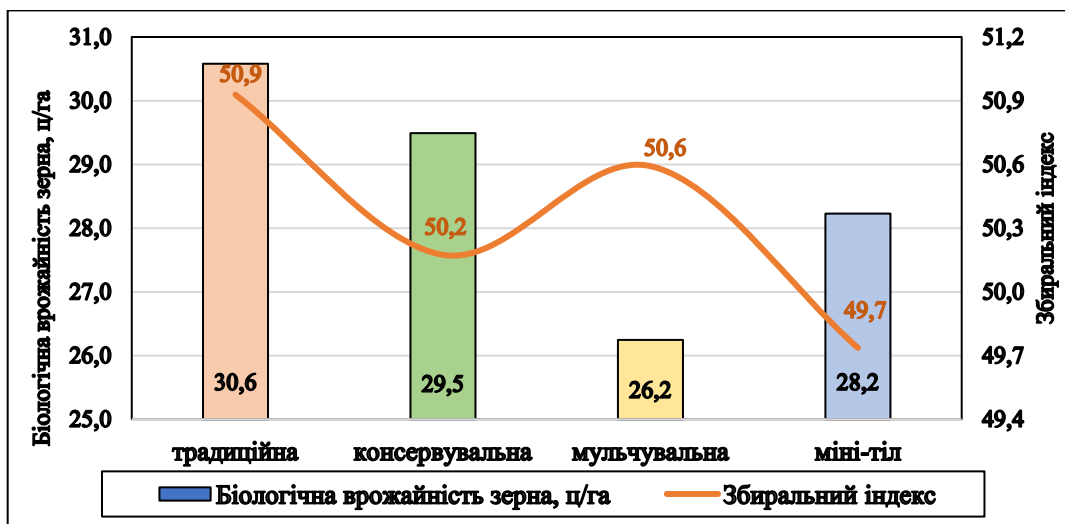


Рисунок 3 – Біологічна врожайність та збиральний індекс

На основі проведених досліджень встановлено, що застосування мульчувальної системи обробітку ґрунту призвело до зниження біологічної врожайності гороху. Зокрема, за даними Ф.С. Галиш, врожайність зменшилась, відносно традиційної системи обробітку, на 16,43%, а за нашими даними – на 14,38%. Обидва результати є близькими, що вказує на тенденцію до зниження ефективності застосування мульчувальної системи обробітку в наших умовах під вирощування гороху [3].

Подібні дослідження проводились в Казахстані (Stationary Laboratory of Agriculture, Kazakh Research Institute of Agriculture and Crop Production), де порівнювали традиційну систему з міні-тіл та ноу-тіл технологіями обробітку ґрунту. За їх результатами різниця між оранкою та міні-тілом мала невелику різницю в 0,78% на користь міні-тіл технології [4]. Але за результатами досліджень польських науковців (Agricultural Experimental Station in Brody, Poland) було отримано зменшений на 16,38% вихід зерна за мінімального обробітку ґрунту відносно оранки [5].

Висновки. Найкращу врожайність з найнижчими показниками кількості зерен на одній рослині та найменшою висотою рослин серед варіантів було отримано за традиційної системи обробітку ґрунту, в тому числі за рахунок більшої густоти стояння рослин на період збирання. Меншою за врожайністю – на 0,11 т/га, – була консервувальна система обробітку і на 0,24 т/га – система міні-тіл. За мульчувальної системи було отримано найменшу врожайність серед варіантів наших досліджень.

Враховуючи, що середня врожайність гороху за 2019-2023 роки в Київській області склала 27,60 ц/га, можна зазначити, що традиційна, консервувальна та міні-тіл системи обробітку показали результат врожайності вище середнього [1].

Література

1. Державна служба статистики України URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/>.
2. Клиша А., Кулініч О. Біологічні особливості гороху. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/637-biologichni-osoblyvosti-horokhu.html>.
3. Галиш Ф. С. Вплив систем основного обробітку ґрунту й удобрення на

продуктивність гороху / Ф.С. Галиш // Міжвід. темат. наук. збірник «Землеробство». – К.: ВД «ЕКМО», 2007. – Випуск 79. – С. 56–64.

4. Zhapayev R.K., Kunyriyeva G.T., Mustafaev M.G., Doszhanova A.S., Isabay B.T., Maybasova A.S., Kydyrov A.K., Omarova A.Sh. (2023). Different tillage regimes' effect on soil-water physical and agrochemical properties under the environmental conditions of Southeast Kazakhstan. SABRAO J. Breed. Genet. 55(5): 1831-1842. <http://doi.org/10.54910/sabrao2023.55.5.34>.

5. Faligowska, A.; Kalembsa, S.; Kalembsa, D.; Panasiewicz, K.; Szymańska, G.; Ratajczak, K.; Skrzypczak, G. The Nitrogen Fixation and Yielding of Pea in Different Soil Tillage Systems. Agronomy 2022, 12, 352. <https://doi.org/10.3390/agronomy12020352>.

УДК: 633.11"324":631.524.8/.559

ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ПІД ВПЛИВОМ ФІЗІОЛОГІЧНО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН

Козак Л. А., канд. с.-г. наук, доцент, kla59@ukr.net

Білоцерківський національний аграрний університет

Панченко Т. В., канд. с.-г. наук, доцент, panchenko.taras@gmail.com

Білоцерківський національний аграрний університет

Вступ. Фізіологічно-активні речовини (ФАР) мають важливе значення для вирощування озимої пшениці, оскільки вони сприяють поліпшенню росту, розвитку та продуктивності рослин. Ось основні аспекти їх впливу:

- Регулювання росту: ФАР, такі як гормони росту, стимулюють ріст кореневої системи та надземної частини рослин, що сприяє кращому засвоєнню поживних речовин і підвищенню морозостійкості, стійкості до стресових умов, наприклад, посухи [2, 5, 6, 7].
- Підвищення врожайності: Внесення ФАР може збільшити кількість зерен у колоску, поліпшити його якість, а також забезпечити рівномірне дозрівання врожаю [1, 5, 8].

- Захист від стресів: ФАР можуть посилювати стійкість пшениці до несприятливих факторів, таких низькі температури, шкідники та хвороби [3, 9].
- Оптимізація фотосинтезу, підвищення польової схожості: Вони здатні покращувати процес фотосинтезу, що, в свою чергу, сприяє кращому накопиченню біомаси і підвищенню продуктивності [3, 4, 7].

Загалом, застосування фізіологічно-активних речовин під час вирощування озимої пшениці може стати ефективним інструментом для підвищення врожайності та стійкості культури до різних стресових факторів [8].

Мета роботи. Це вивчення особливостей формування урожайності зерна пшениці озимої під впливом фізіологічно-активних речовин в умовах НВЦ БНАУ Білоцерківського району Київської області, де ця культура вирощується на площі понад 200 га.

Матеріали і методи. Дослідження проводились методом двофакторного польового досліду. Тимчасовий дослід закладений у польовій сівозміні НВЦ Білоцерківського НАУ. У досліді вирощували сорт пшениці озимої Золотоколоса. Вивчались фізіологічно-активні речовини Емістим С і Агростимулін. Цими препаратами проводилося замочування насіння пшениці озимої перед сівбою. Окрім того їх вносили за допомогою ранцевого оприскувача по посівах весною, через 3 тижні після відновлення вегетації – у кінці третього – на початку четвертого етапу органогенезу пшениці.

Дослід закладений систематичним методом. Повторність досліду трьохкратна. Посівна площа елементарної ділянки 25 м². Збір урожаю проводився методом пробних ділянок за відповідними методиками Державного випробування. Супутні спостереження, виміри та обліки проводились у відповідності до вимог загальноприйнятих методик в агрономічних дослідженнях. Структуру снопа визначали за методикою Держкомісії з сортовипробування сільськогосподарських культур, масу 1000 насінин – згідно ДСТУ 2949-94.

Польові досліді супроводжувались фенологічними спостереженнями, обліками і вимірами за відповідними методиками. Математичний обробіток урожайних даних проводився методом дисперсійного аналізу для дослідів, які були закладені систематичним методом на персональному комп'ютері з використанням

програми STATISTICA - 6,0, підпрограми ANOVA/MANOVA.

Результати і обговорення. З метою визначення за рахунок яких елементів структури урожаю отримана прибавка урожайності зерна пшениці озимої проведений аналіз структури снопа пшениці озимої. Як показав аналіз структури снопа препарати Емістим С і Агростимулін на варіантах з замочуванням насіння і обприскуванням рослин сприяли росту біологічної урожайності зерна пшениці озимої. Так замочування насіння Емістимом С приводило до збільшення біологічної урожайності зерна пшениці озимої на 0,47 т/га, або 8,8%, а Агростимуліном – на 0,25 т/га, або 4,7%.

Обприскування рослин пшениці озимої Емістимом С приводило до підвищення біологічної урожайності зерна на 0,51-0,69 т/га, або 9,6-12,8%, а Агростимуліном – відповідно на 0,51-0,54 т/га, або 9,6-10,1%.

Дослідження показали, що фізіологічно-активні речовини не приводили до зміни таких показників як густота рослин (зміни були у межах до 1,4%), кількість стебел (зміни були у межах до 2,1%) і в т.ч. продуктивних (зміни були у межах до 1,4%). Обприскування фізіологічно-активними речовинами – Емістимом С і Агростимуліном рослин пшениці озимої приводило до тенденції збільшення кількості зерен у колосі на 1 шт., або 5,4%. Встановлена тенденція до збільшення біологічної урожайності зерна пшениці озимої на варіантах з обприскуванням рослин Емістимом С і Агростимуліном за рахунок збільшення кількості зерен у колосі і збільшення маси 1000 зерен.

Важливо розглянути вплив фізіологічно-активних речовин на масу зерна з 1 колоса озимої пшениці. Встановлено, що препарати Емістим С і Агростимулін приводили до збільшення маси зерна з 1 колоса відповідно на 0,12-0,17 г або 9,7-13,9% і 0,06-0,12 г або 5,3-10,3%.

Маса 1000 зерен під впливом як замочування зерна так і обприскування рослин збільшувалася на варіантах з препаратами Емістим С і Агростимулін, порівняно до контролю. Так на варіантах з Емістимом С цей показник збільшувався на 2,1-4,1 г, або 4,5-8,6%, а з Агростимуліном – на 2,5-2,3 г, або 4,8-5,2%.

Виявлена тенденція прямої залежності між масою 1000 зерен і скловидністю зерна пшениці озимої у досліді. На варіантах з препаратами Емістим С і

Агростимулін, де маса 1000 зерен була вищою, збільшувалась і скловидність. Так під впливом препарату Емістим С скловидність збільшувалась на 2,6-4,9%, а Агростимуліном – на 2,7-3,0%.

Кращою була концентрація препарату Емістим С за обприскування рослин у фазі кущення – 5 мл/га, де отриманий найвищий показник біологічної урожайності зерна пшениці озимої за рахунок збільшення маси з 1 колоса, маси 1000 зерен та скловидності зерна.

Внесення Агростимуліну шляхом обприскування рослин у фазі кущення в дозі 10 мл/га було найбільш ефективним на варіантах з цим препаратом.

Одним з основних підсумовуючих показників є урожайність зерна пшениці озимої. Найвищу урожайність зерна у досліді отримано на варіантах з обприскуванням рослин препаратами Емістимом С і Агростимуліном у концентрації 10 мл/га – відповідно 4,82-4,81 т/га, що на 0,44-0,43 т/га або 10,0-9,8% вище, ніж на контролі. Суттєва прибавка зерна пшениці озимої – 0,35-0,36 т/га або 7,9-8,2% отримана також на варіантах з обприскуванням рослин препаратами Емістим С і Агростимулін у концентрації 5 мл/га.

Замочування насіння озимої пшениці приводило також до суттєвого підвищення урожайності зерна на 0,35 т/га або 7,9%, якщо використовували препарат Емістим С і несуттєвого – 0,19 т/га, або 4,4%, якщо використовували Агростимулін.

Висновки. Замочування насіння Емістимом С приводило до збільшення біологічної урожайності зерна пшениці озимої на 0,47 т/га, або 8,8%, а Агростимуліном – на 0,25 т/га, або 4,7%. Обприскування рослин пшениці озимої Емістимом С приводило до підвищення біологічної урожайності зерна на 0,51-0,69 т/га, або 9,6-12,8%, а Агростимуліном – відповідно на 0,51-0,54 т/га, або 9,6-10,1%.

Маса 1000 зерен, під впливом як замочування зерна так і обприскування рослин, збільшувалася на варіантах з препаратами Емістим С і Агростимулін. Так на варіантах з Емістимом С цей показник збільшувався на 2,1-4,1 г, або 4,5-8,6%, а з Агростимуліном – на 2,5-2,3 г, або 4,8-5,2%.

На варіантах, де використовували Емістим С і Агростимулін кількість кореневих решток була більшою від їх маси на контролі на 0,07-0,27 т/га, або 3,2-

12,1%. Особливо відрізнялися варіанти з замочуванням насіння цими препаратами, що дало змогу отримати на 2,4-2,7 т/га або 10,7-12,1% більше корневих решток, ніж на контролі.

Найвищу урожайність зерна у досліді отримано на варіантах з обприскуванням рослин препаратами Емістимом С і Агростимуліном у концентрації 10 мл/га – відповідно 4,82-4,81 т/га, що на 0,44-0,43 т/га або 10,0-9,8% більше контролю. Замочування насіння озимої пшениці приводило також до суттєвого підвищення урожайності зерна на 0,35 т/га або 7,9%, якщо використовували препарат Емістим С і несуттєвого – 0,19 т/га, або 4,4%, якщо використовували Агростимулін.

Література

1. Герман М.М., Маренич М.М. Якість зерна пшениці м'якої озимої та шляхи її підвищення. Вісник Полтавської державної аграрної академії. Сільське господарство. рослинництво. № 4. 2013. с. 19-22.

2. Паливода Ю.М., Гавій В.М. Вплив попередньої обробки насіння метаболічно активними речовинами на формування кореневої системи та водний потенціал коренів проростків пшениці м'якої (*Triticum aestivum* L.) за умов водного дефіциту. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія», випуск 2 (52), 2023. С. 78-83.

3. Ходаніцька О., Шевчук О., Ткачук О. Виходимо із зими: внесення регуляторів росту на озимій пшениці. В журн. Пропозиція. Рослинництво. 315 01/22. С. 48-52.

4. Маренич М.М., Юрченко С.О. Вплив допосівної обробки насіння біологічно активними речовинами на ріст і розвиток рослин пшениці озимої на початкових стадіях. Вісник полтавської державної аграрної академії. Сільське господарство. рослинництво. № 1-2 (2017). DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2017.1-2.08>.
<https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk/article/view/67>

5. Ходаніцька О. Виходимо із зими: внесення регуляторів росту на озимій пшениці. В журн. Пропозиція. 14.12.2022. <https://propozitsiya.com/ua/vyhodymo-iz-zymy-vnesennya-regulyatoriv-rostu-na-ozymiy-pshenyci>

6. Ярошенко С.С. Морозостійкість і продуктивність пшениці залежно від агротехнічних прийомів вирощування. В журн. Агроном. 30 Серпня 2024. <https://www.agronom.com.ua/morozostijkist-i-produktyvnist-pshenytsi-zalezghno-vid-agrotehnych-primiv-vyrosghhuvannya/>

7. Демчук Н. Регулятори росту: все про діючі речовини та чинники, що впливають на ефективність. SuperAgronom.com. 23 вересня 2020. <https://superagronom.com/blog/745-regulyatori-rostu-vse-pro-diyuchi-rechovini-ta-chinniki-efektivnosti>

8. Стимулятори росту пшениці. Гектар ІНФО. 12.04.2021. <https://hectare.ua/info/issue/163?srsId=AfmBOoqiwgFJpwaMVxcodfFtDs-xZ9T94SSGcOAZRVQ1pkazhNuKQzt>

9. Mamenko, T. P., Yakymchuk, R. A. Regulation of physiological processes in winter wheat by growth regulators in conditions of powdery mildew infection. Regulatory Mechanisms in Biosystems, 10(3), 03.08.2019. 331–336. DOI:10.15421/021951

УДК 631.1

ПОРІВНЯЛЬНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПОЛЬОВИХ АГРЕГАТИВ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ НА ОСНОВІ БАЗ ЗНАНЬ ЦИФРОВОЇ ЕКОНОМІКИ

Борисенко В. О., канд. екон. наук, наук. співроб., ndi-tvaryn@ukr.net,

НДІ «Украгропромпродуктивність», м. Київ,

Борисенко Д. В., здобувач ступеня магістра, bva6277@ukr.net,

31 ОМБр, ТОВ «Епіцентр» м. Суми.

Вступ. Сільськогосподарське виробництво України та його провідна галузь – рослинництво перебуває нині в найбільш важких умовах через умови воєнного стану та бойові дії в багатьох регіонах. З врахуванням глобальних процесів цифровізації досягнення конкурентоспроможного виробництва можливе при впровадженні нових комплексів машин та обґрунтування ефективності їх експлуатації. Цифрова економіка виступає як науковий напрям, у якому

використовуються сучасні інформаційні технології для моделювання та управління процесами в економіко-виробничих системах.

Для створення конкурентоспроможного виробництва важливим завданням сільськогосподарських підприємств є визначення напрямів підвищення ефективності використання ресурсів, інвестицій та зниження витрат на виробництво. Вирішити поставлені завдання можливо за умови прийняття оптимальних рішень при впровадженні технічних засобів з врахуванням виробничих умов господарств.

Мета роботи. Метою досліджень є розробка наукових підходів щодо актуалізації системи моделювання показників роботи польових агрегатів для забезпечення ефективного використання техніки на механізованих польових роботах: обґрунтування технологічних рішень, закупівлі техніки.

Матеріали і методи. Згідно з нормативно-правовим актом щодо реалізації процесів цифровізації, зокрема, вказано, що в зростанні економіки пріоритет належить аграрному сектору з потенціалом впровадження сучасних технологій [1]. Постає завдання наукового забезпечення функціонування системи імітаційного моделювання роботи польових агрегатів та взаємодії баз знань для підтримки актуальності параметрів імітаційних моделей. Також використано методи системного аналізу і синтезу, аналітично-розрахунковий метод та ін.

Результати та обговорення. Необхідною умовою розвитку цифрової економіки є розвиток інформаційних та інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень, основою яких є бази знань предметних галузей.

В системі підтримки прийняття рішень в АПК актуальним є обґрунтування вибору оптимальних комплексів машин та оптимізації техніко-технологічних рішень у рослинництві з застосуванням моделювання роботи агрегатів [2]. Використання моделювання показників польових агрегатів в аграрних підприємствах дасть змогу проводити аналіз моделей виконання виробничих процесів та приймати обґрунтовані рішення, що сприятимуть мінімізації витрат і підвищенню конкурентоздатності виробництва.

Для досягнення поставленої мети необхідно: 1) провести аналіз та синтез системи імітаційного моделювання польових агрегатів, визначити компоненти

задіяних галузей наук; 2) розробити концепцію системи моделювання показників агрегатів при взаємодії баз знань галузей наук; 3) провести аналіз результатів на прикладі моделювання показників роботи агрегату.

Показники польових агрегатів на механізованих роботах у рослинництві формуються за значеннями впливових чинників на виконання технологічної операції в конкретних організаційно-технічних умовах виконання робіт.

Технічні, технологічні та природні фактори формують величини тягового опору, робочої потужності двигуна і швидкості агрегату при виконанні технологічної операції, а останні – витрати палива і продуктивність.

Математичну модель формування ефективної потужності двигуна енергозасобу і витрат палива польових агрегатів з урахуванням діючих чинників показано на рис.1.

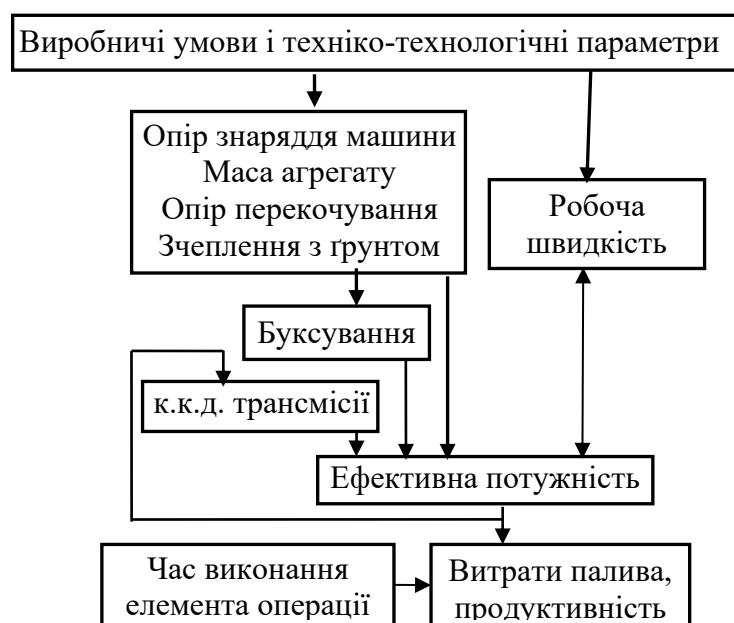


Рисунок 1 – Математична модель формування ефективної потужності двигуна енергозасобу і витрат палива польового агрегату

Згідно методичних розробок витрати палива агрегатом залежать від величини ефективної (робочої) потужності двигуна, яка розраховується за значеннями чинників: маса агрегату і робочого матеріалу; швидкість; ширина захвату с.-г. машини; коефіцієнт корисної дії трансмісії; потужність на переміщення робочих органів с.-г. машини (розкидання добрив); коефіцієнт буксування коліс; коефіцієнт опору перекочування коліс; коефіцієнт зчеплення з ґрунтом; кут схилу місцевості.

Останні чотири з вищевказаних чинників є показниками впливу фізико-механічних властивостей ґрунту на переміщення агрегату і є показниками фізико-механічних процесів, що відбуваються при роботі агрегату. Аналіз факторів, діючих при виконанні механізованих процесів у рослинництві на показники експлуатації польових агрегатів показує, що при моделюванні роботи польових агрегатів використовуються знання різних галузей наук: сільськогосподарські, технічні, та інші.

Згідно проведеного системного аналізу можна стверджувати, що система моделювання показників польових агрегатів базується на методичних положеннях різних галузей наук. Отже, в імітаційному моделюванні роботи агрегатів задіяно такі галузі наук з відповідними параметрами, показниками і методами розрахунку:

- технічні: витрати палива, продуктивність, потужність двигуна, швидкість, ширина захвату, маса, тягове зусилля, надійність, та ін.
- сільськогосподарські: технології виробництва с.-г. культур, технологічні вимоги до виконання технологічних операцій, та ін.
- фізичні (механіка): фізико-механічні властивості ґрунту, показники фізико-механічних процесів переміщень агрегату;
- економічні: експлуатаційні витрати, економічна ефективність, витрати на виробництво;
- математичні: моделювання, алгоритми, розрахункові методи.
- комп'ютерні: програмне забезпечення, імітаційне моделювання.

З розвитком науково-технічного прогресу в АПК впроваджуються принципово нові види високопродуктивної техніки, тому виникає потреба в науковому обґрунтуванні адекватності використовуваних методів в методиці розрахунку експлуатаційних параметрів. Отже, функціонування системи повинно передбачати перевірку необхідності коригування методів визначення величин фізико-механічних процесів, що відбуваються при переміщенні агрегату та змінюють його тяговий опір і експлуатаційні показники. Також в розрахунках показників експлуатації техніки треба перевіряти правильність методів визначення параметрів процесів механіки, технічних та ін.

Для вирішення завдання підтримки методичної частини розроблено концепцію системи моделювання показників роботи польових агрегатів на основі використання баз знань галузей наук (рис. 2). Реалізація представленої концепції уможливить оцінювання не тільки нових моделей, а й принципово нових видів техніки.



Рисунок 2 – Концептуальна схема системи моделювання показників роботи польових агрегатів на основі баз знань галузей наук

Розглянемо визначення порівняльної економічної ефективності польових агрегатів за результатами імітаційного моделювання на прикладі машини для внесення добрив «РМД-8» при агрегуванні її з трактором «New Holland T60» та «МТЗ-1221.2» у заданих виробничих умовах. Умови виробництва наступні:

- природно-організаційні: довжина гону – 800 м, агрофон – стерня;
- техніко-експлуатаційні: ширина захвату – 12 м, норма внесення добрив – 200 кг/га; робоча швидкість – 10 км/год.

У результаті імітаційного моделювання роботи агрегатів з розкидачем мінеральних добрив «РМД-8» визначено показники:

- техніко-експлуатаційні: при агрегуванні з трактором «New Holland T60»
- продуктивність агрегату 45,7 га за зміну і витрати палива 1,9 л/га, при агрегуванні з трактором «МТЗ-1221.2» – продуктивність 45,8 га за зміну і витрати палива 1,94 л/га;

– економічні: при агрегуванні з трактором «New Holland T60» – прямі експлуатаційні витрати склали 347,7 грн/га, сукупні витрати – 470.3 грн/га, при агрегуванні з трактором «МТЗ-1221.2» – прямі експлуатаційні витрати – 351,7 грн/га, сукупні витрати – 460.4 грн/га,.

Порівняння результатів моделювання показує, що з урахуванням коефіцієнта надійності, при агрегуванні розкидача міндобрив «РМД-8» з трактором «New Holland T60» експлуатаційна продуктивність становить 5,47 га/год., що на 4,4% більше, ніж при використанні трактора «МТЗ-1221.2» і тому експлуатаційні витрати менші. Проте економічна ефективність за сукупними витратами експлуатації розкидача міндобрив «РМД-8» з трактором «New Holland T60» нижча ніж при агрегуванні з «МТЗ-1221.2», на що вплинула вартість тракторів і, відповідно, питомих капіталовкладень.

Наукові підходи щодо реалізації баз знань в системах підтримки прийняття рішень пропонувались вченими Національного університету «Львівська політехніка». Ними зроблено висновок про можливість прийняття рішень для задач на підставі знань про предметну область, тому постає завдання розроблення методів та засобів підтримки прийняття рішень на основі баз знань [3].

Методом спостережень розробляють норми продуктивності і витрат палива машинно-тракторних агрегатів в НДІ «Укراгропромпродуктивність» [4]. Метод спостережень потребує значних трудовитрат, і його неможливо застосувати при закупівлі нової техніки. Імітаційне моделювання дозволяє без проведення спостережень з мінімальними витратами часу отримати норм продуктивності і витрат палива з достатньою точністю для будь-яких умов виконання робіт.

У роботах зарубіжних вчених по темі застосуванням моделювання при прийнятті рішень в сільському господарстві приведені наукові підходи при вирішенні поставлених завдань на виробництві у цілому на відміну від запропонованих у нашій роботі щодо комплексів техніки [5,6].

Висновки і перспективи. Запропоновано наукові методи актуалізації системи моделювання показників польових агрегатів на основі взаємодії баз знань галузей наук з підтримкою актуальності параметрів моделей для забезпечення

ефективного використання сільськогосподарської техніки у т. ч. обґрунтування технологічних рішень, закупівлі техніки, планування.

Обґрунтування показників роботи як нових моделей техніки, так і принципово нових видів техніки для будь-яких виробничих умов уможливорює моделювання показників машинних агрегатів на основі баз знань галузей наук.

Література

1. Стратегія розвитку сфери інноваційної діяльності на період до 2030 року. База даних «Законодавство України». ВР України. URL:

<http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/526-2019-%D1%80#Text>.

2. Borysenko, V.. Моделювання показників роботи польових агрегатів на основі баз знань галузей наук, як компонент цифрової економіки. Енергетика і автоматика, [S.l.], n. 4, p. 94-106, гру. 2022. ISSN 2223-0858.

<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Energiya/article/view/16689>.

3. Борисенко В. О., Босий М. А. Основи методології і методики імітаційного моделювання роботи польових агрегатів для обґрунтування їх ефективного використання. Київ: НДІ «Укراгропромпродуктивність», 2010. 87 с.

4. Висоцька В. А., Досин Д. Г., Микіч Х. І., Завушак І. І., Рибчак З. Л. Методи та засоби функціонування систем підтримки прийняття рішень на основі онтологій. Львів. «Новий світ – 2000», 2019. 334 с.

5. Beatrice Noeldeke, Etti Winter, Elisée Bahati Ntawuhiganayo. (2022). Representing human decision-making in agent-based simulation models: Agroforestry adoption in rural Rwanda. Ecological Economics , Volume 200, 107529, <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107529>.

6. Gajanan C Lomte and Sindhu R Dhavale. Optimization techniques in agriculture sector. Int. J. Phys. Math. 2022;4(1):47-49.

РОЗРОБЛЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ АГРЕГАТУ ДЛЯ ВНУТРІШНЬОГРУНТОВОГО СТРІЧКОВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Ляшенко С. В., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри агроінженерії та автомобільного транспортунженерно-технологічний факультет
Полтавський державний аграрний університет
ел. пошта: sergii.liashenko@pdau.edu.ua

Вступ. На величезній території України вирощується багато сільськогосподарських культур і використовуються різні типи кормових угідь. Найважливіше джерело здешевлення кормів – підвищення врожайності за рахунок внутрішньогрунтового підживлення. Цього можна досягти шляхом поліпшення конструкції машин для внесення добрив та обґрунтуванні режимів роботи агрегату для внутрішньогрунтового стрічкового підживлення сільськогосподарських культур. Аналіз проведених досліджень показав, що за умови поверхневого підживлення сільськогосподарських культур урожаю та збір кормів збільшується в 2...3 рази [1]. Внутрішньогрунтове стрічкове підживлення сільськогосподарських культур підвищує їх врожайність та збір кормів в 4...6 разів і більш. При використанні ж зрошуваних систем їх продуктивність збільшується в десять разів.

Вирішити поставлені задачі по збільшенню продуктивності і стійкості сільськогосподарських культур можна за умови підвищення ґрунтової родючості. Зональний підхід до вибору систем землеробства, технологій обробітку культур забезпечує відтворення ґрунтової родючості і зростання урожаїв сільськогосподарських рослин.

Тому подальше вдосконалення режимів роботи агрегату для внутрішньогрунтового стрічкового підживлення сільськогосподарських культур, спрямованих на отримання максимальних врожаїв сільськогосподарських культур та підвищенню родючості ґрунтів, є актуальною проблемою, якій присвячена дослідна робота.

Мета роботи. Метою роботи є розробка та дослідження режимів роботи агрегату для внутрішньогрунтового стрічкового підживлення сільськогосподарських культур.

Матеріали і методи Завданням експериментальних досліджень є визначення технологічних параметрів роботи агрегату для внутрішньогрунтового стрічкового підживлення сільськогосподарських культур.

Враховуючи наукові задачі, до програми експериментальних досліджень було включено:

1. Розробити удосконалений робочий орган для внутрішньогрунтового стрічкового підживлення сільськогосподарських культур [2].
2. Встановити особливості та закономірності роботи агрегату в залежності від його режимів роботи при внутрішньогрунтовому стрічковому підживлення сільськогосподарських культур.
3. Розробити рекомендації по налаштуванні режимів роботи при внутрішньогрунтовому стрічковому підживлення сільськогосподарських культур, що забезпечують підтримання сприятливого водного та живильного режимів кореневмісного шару ґрунту.

Розробка методики експериментальних досліджень проводилася у відповідності з ДСТУ 4397:2005 Сільськогосподарська техніка. Методи економічного оцінювання техніки на етапі випробування [3].

Результати та обговорення. Розробка нового агрегату для внутрішньогрунтового стрічкового підживлення сільськогосподарських культур можлива за рахунок встановлення додаткового обладнання та удосконалення існуючого, які в технології забезпечуватимуть внесення добрив у захисних зонах рослин з одночасним легким пригортанням їх у ґрунт. З метою підвищення якості міжрядного обробітку ґрунту нами запропоновано удосконалену конструкцію агрегату для внутрішньогрунтового стрічкового підживлення сільськогосподарських культур, див. рис. 1.

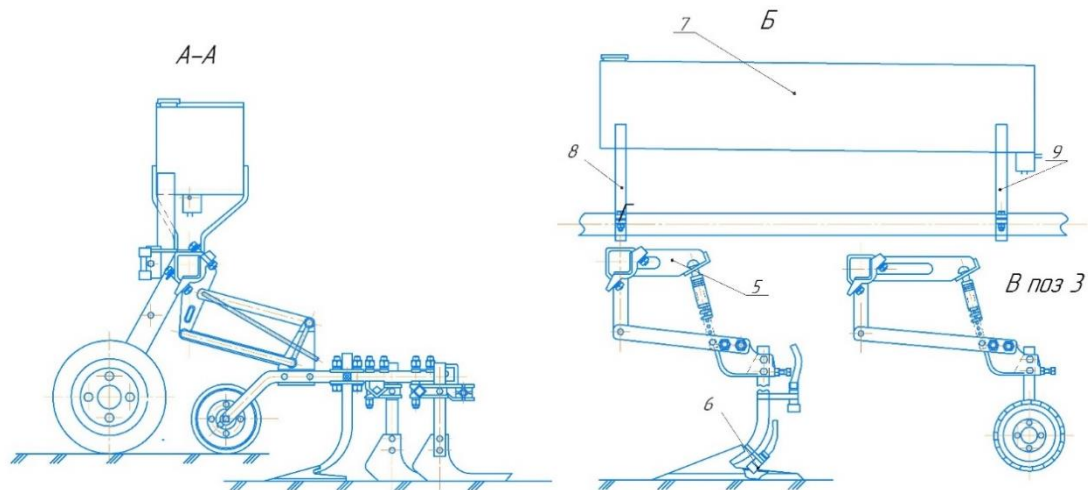


Рисунок 1 – Конструктивно – технологічна схема агрегату для внутрішньогрунтового стрічкового підживлення сільськогосподарських культур 1 – опорне колесо; 2 – стійка опорного колеса; 3 – паралелограмна підвіска; 4 – брус рами; 5 – кронштейн; 6 – пристрій внесення; 7 – ємність для добрив; 8 – кріпильні пластини

Секція в зборі (див. рис. 1 Г) містить плоско різальну лапу, що підрізає бур'яни у міжрядді. Заглиблюючись у ґрунт плоско різальні лапи здійснюють його розпушування і розкривають ґрунтовий шар. Для внесення добрив в зону оброблюваної поверхні ґрунту і легкого прикочування міжрядь, у конструкції передбачено встановити пристрій внесення (6), та ущільнювальний пристрій (див. рис. 1. В). Якщо розглянути технологічний процес міжрядного внутрішньогрунтового стрічкового внесення добрив, то він буде виглядати так: підрізання бур'янів з одночасним розпушування міжряддя за допомогою стрілкової культиваторної лапи та внутрішньогрунтове внесення добрив (за умови використання розпорошувача 6 та вимкнення подачі добрив на розпорошувач 6) з послідовним їх пригортанням та ущільненням.

Обговорення та рекомендації що до використання агрегату для внутрішньогрунтового стрічкового підживлення сільськогосподарських культур наступні:

1. Виготовляти стійку стрілкової універсальної лапи з різальною крайкою необхідно по формі, що виконана по логарифмічній спіралі виду $r_{15} = 0,12 \cdot e^{-15 \cdot \lg 45^\circ} = 0,09 \text{ м}$. Вигин трубок пристроїв для внесення добрив необхідно виконувати за аналогічною формою

2. Працювати необхідно на швидкості руху агрегату $V_p = 5,6$ км/год. при годинній витраті палива $G_t = 12,3$ кг/год.

3. Продуктивність агрегату яка складає 2,85 га/год., або 17,61 га за зміну, при витратах палива 4,6 кг/га, витратах праці 0,35 люд.год/га.

Розрахунок проведений при швидкості руху $V = 10 \dots 15$ км/год; глибині обробітку $h = 10$ м; норма внесення $Q = 50 \dots 250$ кг/га; ширина захвату агрегату $B = 5,6$ м. По хвилині витрата добрив змінювалась від $q = 4,7$ кг/хв до $q = 42,0$ кг/хв.

Результати дослідження оптимальних режимів роботи агрегату для внутрішньогрунтового стрічкового підживлення представлені на рисунку 2.

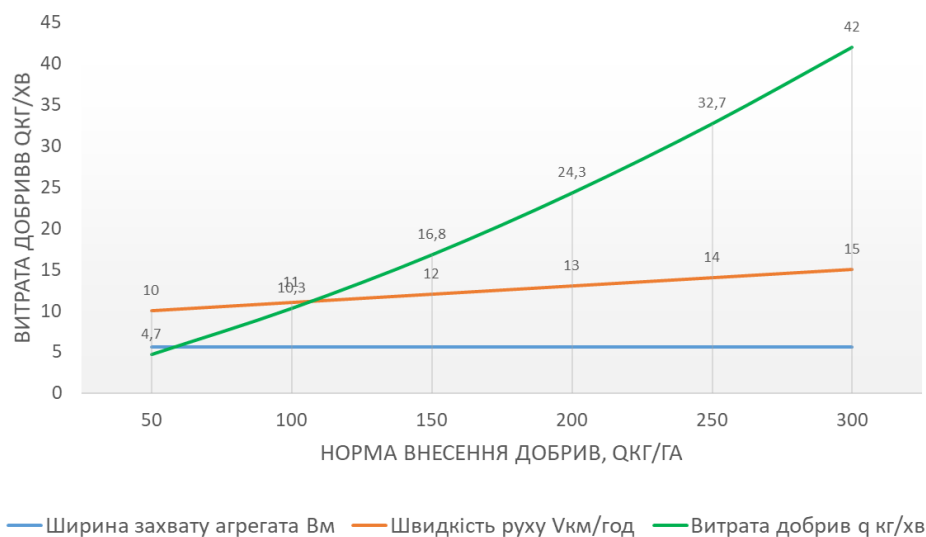


Рисунок 2. – Графіки закономірності впливу норми внесення добрив та швидкості руху агрегату на витрату добрив при виконанні технологічної операції

З рис. 2 видно, що за умови незмінної ширини захвату агрегату $B=5,6$ м., оптимальною витратою добрив під час внутрішньогрунтового стрічкового підживлення сільськогосподарських культур слід вважати $q = 4,7 \dots 10,3$ кг/хв за умови дотримання швидкісного режиму руху агрегату в межах $V = 10 \dots 11$ км/год, та нормі внесення $Q = 58 \dots 106$ кг/га.

До розвитку методів no-till або прямого посіву дослідниками, які займаються вивченням методів підживлення культур з використанням добрив, стало відомо про

потенційні переваги внутрішньогрунтового стрічкового внесення добрив перед посівом [4, 5]. На основі результатів досліджень стало очевидно, що додаткова врожайність зернових, завдяки стрічковому, а не розкидному способу внесення добрив, склала 0,20-0,34 т/га пшениці (див рис. 3). Досягнули подібних переваг і від вирощування ячменю весняного посіву та ріпаку озимого посіву.

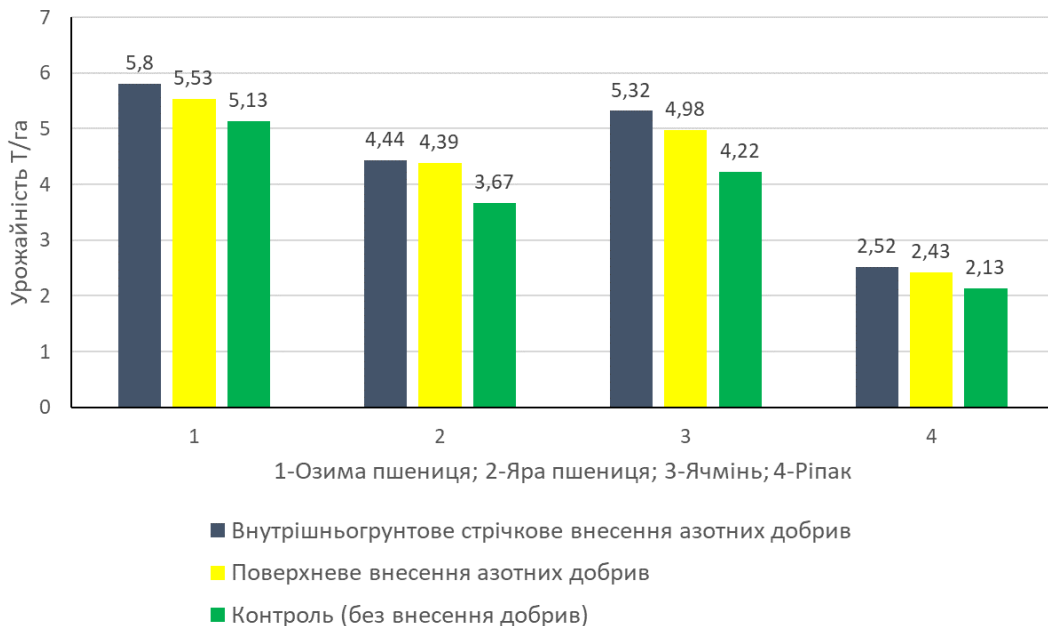


Рисунок 3 – Графіки закономірності впливу внутрішньогрунтового стрічкового внесення азотних добрив на урожайність сільськогосподарських культур

У разі застосування азоту перевага стрічкового методу над контролем (вирощування без внесення азоту) склала 0,34-0,67 т/га ярої пшениці. Урожайність контрольної ділянки, де не використовували добрив, і ділянок, де застосовували розкидне та внутрішньогрунтове стрічкове внесення добрив, склала 1,85, 2,07 та 2,84 т/га пшениці відповідно. Як бачимо з результатів досліджень перевага внутрішньогрунтового стрічкового внесення азотних добрив склала 0,77 т/га ярої пшениці.

Висновки. Одна з дійсних переваг внутрішньогрунтового внесення добрив стрічковим шляхом полягає в тому, що цей підхід можна поєднати з первинною обробкою поля. При поєднанні операцій на полі спостерігається суттєва економія коштів. Було значно вдосконалено робочі органи агрегатів для внутрішньогрунтового внесення стрічковим способом сухих, зважених та рідких добрив. Фермери мають альтернативи даного устаткування.

У періоди зростання цін на добрива або їх дефіцит фермери можуть перейти з розкидного застосування добрив на стрічкове і досягти скорочення кількості добрива на 15-20% без впливу на врожайність.

Таким чином, потенційні переваги від способу внесення добрив на культурах як весняного посіву так і на озимих в Полтавському регіоні були надто великі для того, щоб залишитися непоміченими.

Література

1. Новітні агротехнології у рослинництві: Підручник / В.Д. Паламарчук, І.С. Поліщук, В.А. Мазур, О.Д. Паламарчук. Вінниця, 2017. 602 с.
2. Адамчук В.В., Булгаков В.М., Іванишин В.В. Про розробку і створення в Україні сільськогосподарських машин сучасного рівня. Зб. наук. праць Вінницького націон. аграрн. ун-ту. Серія: Технічні науки. 2012. Вип. 11. –Т. 2 (66). С. 8–14.
3. ДСТУ 4397:2005 Сільськогосподарська техніка. Методи економічного оцінювання техніки на етапі випробування. Наказ від 28.04.2005 № 101 Про затвердження національних стандартів, зміни до національного класифікатора України, змін до наказів Держспоживстандарту України від 15.11.2004 № 258 та від 30.11.2004 № 268 і скасування нормативних документів.
4. Soane B. D., Ball B. C., Arvidsson J., Basch G., Moreno F., & Roger-Estrade J. (2012). No-till in northern, western and south-western Europe: A review of problems and opportunities for crop production and the environment. *Soil and Tillage Research*, 118, 66-87.
5. Nunes M. R., van Es H. M., Schindelbeck R., Ristow A. J., & Ryan M. (2018). No-till and cropping system diversification improve soil health and crop yield. *Geoderma*, 328, 30-43.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ БАРАБАННОЇ МОЛОТИЛЬНО-СЕПАРУЮЧОЇ СИСТЕМИ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА

Халін С., канд. екон. наук,
Занько М., канд. техн. наук, ст. наук. співроб.,
Гайдай Т., канд. техн. наук,
Степченко С.,
Лень О.
ДНУ «УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

Вступ. Функціональна оцінка технологічного процесу зернозбирального комбайна передбачає визначення кількості подрібненого зерна (механічно пошкодженого з різним ступенем) у складі отриманого при обмолоті. Максимально допустима величина цього показника при обмолоті зернових колосових культур встановлена на рівні 2,0 %. Проте дослідження свідчать, що у виробничих умовах пошкодження зерна в комбайні значно перевищує встановлену величину [1].

Дослідження свідчать, що зерно, в основному, пошкоджується (зазнає дроблення) в молотарці при відділенні - вимолоті його з колосу [1]. Цей процес є наслідком впливу на зерно робочих органів молотильно-сепаруючої системи (МСС) – так званих бил та деки. При цьому, ступінь їх впливу на зерно залежить від кількості зерна та соломи у складі хлібної маси: чим більше соломи та зерна в МСС – тим менше негативний вплив МСС на зерно та його макропошкодження. Інтенсивність їхнього впливу на хлібну масу також визначається частотою обертання молотильного барабана [2-3]. Зазначені фактори найбільшою мірою змінюються обслуговуючим персоналом комбайна в умовах експлуатації. Однак, ні інструкції з експлуатації комбайна, ні дослідницькі роботи (здебільшого) не мають належного підтвердження та відображення їхнього впливу на досліджуваний показник у вигляді конкретної залежності. Внаслідок цього процес обмолоту хлібної маси в МСС та отримання зерна встановленої якості – за вмістом у ньому подрібненого, – фактично не керовані та не прогнозовані [4-5]. В той же час проблема отримання якісного зерна на завершальному етапі його виробництва

є першорядним завданням [6]. Управління якістю зерна є достатньо реальним завданням. Для цього необхідно урахування всіх факторів, що мають вплив на процес обмолоту зерна. Важлива роль в цьому процесі відводиться налаштуванню, з урахуванням першочергових факторів впливу на цей процес [7]. Така багатофакторна оцінка якісних показників роботи можлива як на рівні макросистеми «зернозбиральний комбайн» так і на рівні складових його систем, і зокрема – на рівні молотильної системи [8].

Оскільки ряд технічних параметрів системи «молотарка зернозбирального комбайна» є постійними, зміна втрат зерна за молотаркою при зміні її технічних параметрів – прослідковується. Для мінімізації втрат можна змінювати кожен окремо або одночасно всі досліджувані фактори. Використовуючи вхідні параметри, можна визначити оптимальні режими обмолоту для зміни втрат залежно від окружної швидкості ротора, інтенсивності (продуктивності) потоку живлення, зазорів між ротором кожухом ротора і швидкості подачі.

Результати відомих досліджень не відображують залежність дроблення зерна від основних факторів – умов роботи, технічних характеристик МСС і технологічних режимів її роботи.

Мета роботи: встановлення якості функціонування молотильно-сепарувальної системи зернозбирального комбайна барабанного типу - дроблення зерна в залежності від факторів, що характеризують технологічний процес обмолоту озимої пшениці в МСС барабанного типу.

Матеріали і методи. При проведенні експериментальних досліджень і на їх базі – графічного та математичного моделювання застосовано *методи аналізу і синтезу*. Метод синтезу дозволяє експериментально досліджувати показник дроблення зерна при умові конструкційної єдності і взаємоз'язку технічних і технологічних систем молотарки та режимів їх роботи. Метод аналізу дозволяє виділити в складі молотарки її складові функціональні системи, зокрема – молотильно - сепарувальну систему (МСС), і досліджувати її з урахуванням технічних параметрів, технологічних режимів та характеристик хлібної маси незалежно від інших систем. *Методи математичного моделювання* використано при побудові математичної моделі показника втрат зерна. *Графічне*

багатофакторне моделювання дозволило побудувати графічні моделі і вести дослідження дроблення зерна в залежності від факторів різних груп.

Результати та обговорення. Дослідження показника дроблення зерна поділені на такі етапи:

1) побудова функціональної схеми показника дроблення зерна (рис. 1);

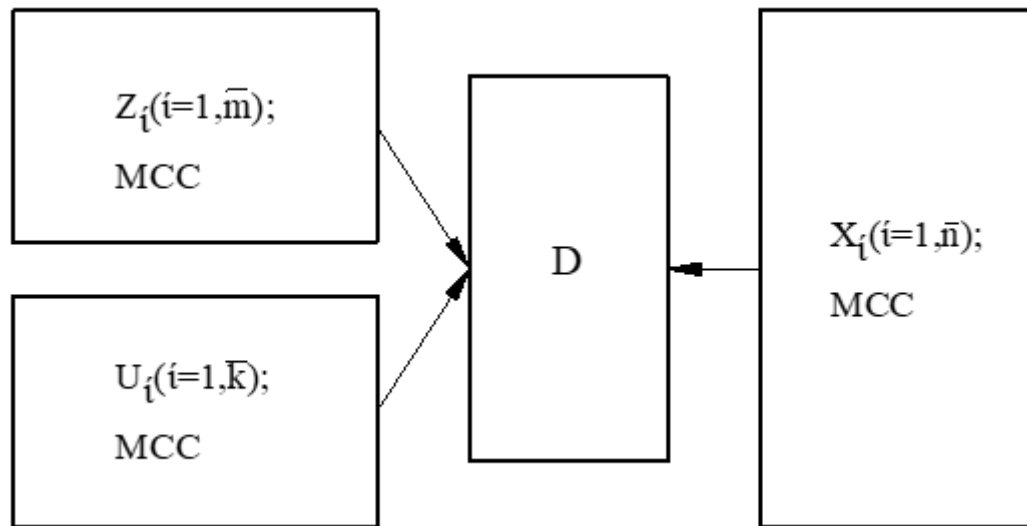


Рисунок 1 – Функціональна схема показника дроблення зерна на рівні молотильно-сепарувальної системи, де: D – дроблення зерна, %; X_i ($i = 1, n$) – технічні параметри МСС; Z_i ($i = 1, m$) – агрофізичні характеристики хлібної маси; U_i ($i = 1, k$) – технологічні режими функціонування МСС.

2) розробка плану експериментальних досліджень показника дроблення зерна відповідно до його функціональної схеми;

3) експериментальні, у польових умовах, багатофакторні дослідження пошкодження зерна залежно від інтенсивності обмолоту в класичній МСС барабанного типу та режиму подачі хлібної маси на обмолот;

4) побудова, із використанням прикладної програми, математичної та графічної моделей – показника D ;

5) аналіз результатів досліджень показника дроблення зерна із застосуванням його графічної моделі;

6) висновки за результатами виконаних досліджень.

Залежність показника D від різних груп факторів, які мають вплив на його величину (див. рис. 1), можна представити у загальному вигляді:

$$D = f(X_i; Z_i; U_i), \quad (1)$$

Відповідно до мети досліджень залежність (2) конкретизована на рівні факторів впливу у наступному вигляді:

$$D = f(Q; D_o; n; D_1), \quad (2)$$

де: Q – подача хлібної маси молотарку, кг/с; D_o – технологічний зазор на вході хлібної маси в МСС, мм; n – частота обертання молотильного барабана, хв⁻¹; D_1 – технологічний зазор на виході маси з МСС, мм.

Реалізацію експерименту проведено у польових умовах. На підставі отриманих експериментальних даних та з використанням розробленої прикладної математичної програми "СОМ" ("Синтез оптимальних моделей"), побудовано багатофакторну математичну модель (3). У її складі, як фактори – показники Q , D_o , n та D_1 з різними коефіцієнтами:

$$D = 267,8199 / (Q \cdot D_o) - 49,29 \cdot 10^6 / n^2 + 82,56 \cdot 10^4 / (n \cdot D_o) - 8,9767 / D_1 + 38828,8008/n + 0,03142 \cdot n - 42,432 / (Q \cdot D_1) - 1,1896 \cdot n / D_o, \quad (3)$$

На підставі моделі (3) та із застосуванням прикладної програми побудовано графічну залежність показника дроблення зерна – $D = f(Q; n)$ (рис. 2).

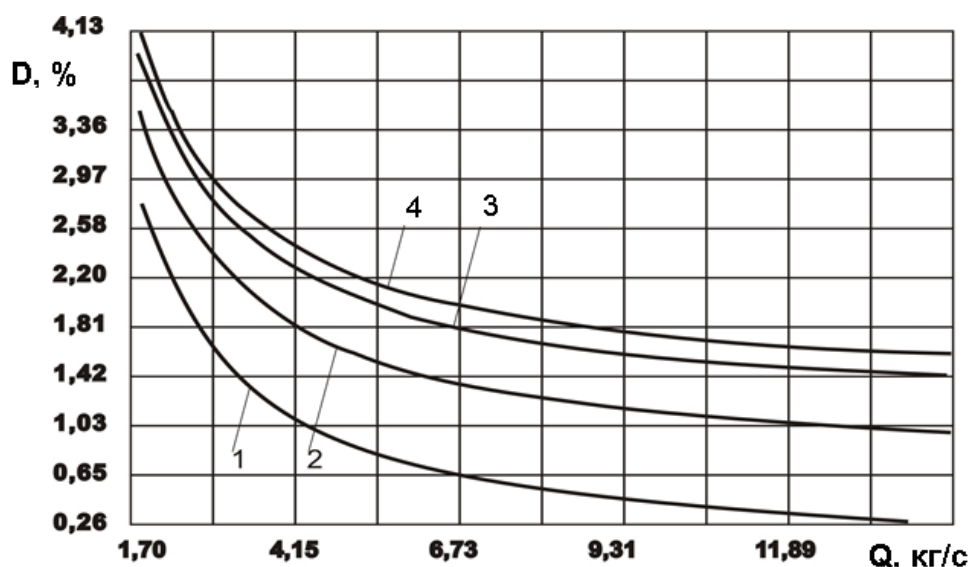


Рисунок 2 – Залежність кількості дробленого зерна від подачі хлібної маси на обмолот до МСС та частоти обертання молотильного барабана (при $W_s = 16\%$, $D_o = 18$ мм, $D_1 = 8$ мм) – $D = f(Q; n)$, де 1 – $n = 800$ хв⁻¹; 2 – $n = 830$ хв⁻¹; 3 – $n = 890$ хв⁻¹; 4 – $n = 920$ хв⁻¹.

Аналізуючи рисунок 2, можемо відмітити, що:

- найбільшою мірою зерно пошкоджується під час роботи МСС в режимі малих подач, які притаманні комбайну в «стартовий» період його роботи. В цей час в МСС знаходиться мало хлібної маси, що обумовлює значний вплив бил молотильного барабана і дек МСС на зерно;

- найменше зерно пошкоджується при високих подачах хлібної маси до МСС, що властиво роботі комбайна в режимі його номінальної (паспортної) продуктивності (пропускної здатності);

- найменше зерно пошкоджується/ дробиться під час роботи молотильного барабана з частотою обертання на рівні 800 хв^{-1} . Однак, такий режим обмолоту барабаном 600 мм для даного типу МСС не є характерним;

- допустима якість обмолоту (пошкодження зерна – до 2,0 %) забезпечує МСС з частотою обертання молотильного барабана (860 - 920) хв^{-1} ; такий режим характерний і використовується в комбайнах класичної схеми з пропускною здатністю молотарок від 5,0 до 14,0 кг/с;

- збільшення подачі в однобарабанну МСС від 1,7 до 14,5 кг/с, при кожному з досліджуваних режимів – частоті обертання молотильного барабана (від 800 до 920) хв^{-1}), супроводжується поліпшенням якості зерна: кількість дробленого зерна зменшується від (4,30-2,97) % до (1,60-0,27) %;

Висновки. Математична модель показника дроблення зерна, до складу якої з різними коефіцієнтами, як фактори, входять: показники подачі, технологічні зазори МСС та частоти обертання молотильного барабана, з достатньою достовірністю, що ідентифікує молотильно-сепаруючу систему молотарки класичного типу за даним показником.

Основні фактори, які в найбільшій мірі зумовлюють механічне пошкодження (дроблення) зерна, при певній його вологості та оптимальних технологічних зазорах у класичній МСС, є частота обертання молотильного барабана і подача хлібної маси на обмолот.

Графічна модель показника дроблення зерна дозволяє використати її для оптимізації режиму МСС – вибору подачі хлібної маси на обмолот в МСС та частоти обертання молотильного барабана, з метою отримання зерна з допустимою

кількістю дробленого. Такий режим роботи МСС дозволяє забезпечити мінімальне пошкодження зерна при обмолоті, зменшити його кількість у складі втрат і тим самим – підвищити достовірність визначення основного показника молотарки – пропускної спроможності.

Математичну та графічну моделі показника дроблення зерна доцільно використовувати при виборі технологічного режиму роботи комбайна з класичною молотаркою і діаметром барабана 600 мм – величини подачі та частоти обертання молотильного барабана, для отримання зерна встановленої якості за вмістом подрібненого.

Література

1. Пугачев А.Н. Повреждение зерна машинами. Москва. «Колос». 1976. С. 146- 205.
2. Шалагинов Ю.В. Перспективы снижения механического повреждения семян. *Науч.-техн. бюл.: Совершенствование технологических процессов уборки зерновых культур в сложных условиях Сибири.* Новосибирск. 1981. С. 43-47.
3. Осипов Н.М., Занько Н.Д. Оптимизация режимов работы МСУ зерноуборочного комбайна. ISSN 0235-8573. «Тр-ры и с.-х. машины». 1997. № 4. С. 24-25.
4. Занько Н.Д. Моделювання технологічних режимів зернозбирального комбайна. *Збірник наук. праць. Випуск 16(30): “Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України”.* Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. 2012. С. 129-137.
5. Занько Н.Д., Осипов Н.М. Моделирование потерь зерна за молотилкой комбайна. ISSN 0235-8573. «Тракторы и с.-х. машины». 1997. № 8. С.27-28.
6. Занько Н., Осипов Н. Влияние условий и режимов на качество работы зерноуборочного комбайна. ISBN 966-95554-0-X. *Збірн. наук. праць: “Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для с.-г. України”.* Дослідницьке: УкрНДІПВТ. 1998. С.108-114.
7. Осипов Н.М., Занько Н.Д. Оптимизация режимов работы МСУ зерноуборочного комбайна. ISSN 0235-8573. «Тракторы и с.-х. машины». 1997. № 4. С. 24 -25.

8. Халін С., Занько М., Гайдай Т. Розробка методичних принципів побудови графічної моделі зернозбирального комбайна. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України». Збірник наукових праць Випуск 18 (32). 2022. С. 49-54.*

УДК:582.623.2:620

ВИРОЩУВАННЯ БІОМАСИ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ВЕРБИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА В ЗАХІДНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Шувар А.М. – д-р. с.-г. наук., ст. наук. співроб., e-mail: a.shuvar@wunu.edu.ua,

Панькевич В.С. – аспірант, e-mail: pankevich80@ukr.net ,

Грохольська Т.М. – д-р. філософ., e-mail: t.hrokholska@wunu.edu.ua,

Західноукраїнський національний університет

Сало Я.М. – завідувач лабораторією, e-mail: yaroslavsalos13@gmail.com

Думич В.В. - старший науковий співробітник, e-mail: dumych1963@ukr.net

Львівська філія УкрНДПВТ ім.. Л. Погорілого

Вступ. Україна належить до енергодефіцитних країн, яка не в змозі забезпечити енергетичну галузь викопними видами палива, тому для нашої держави, є актуальним завдання розвиток альтернативної енергетики з використанням біопалива. Одним із перспективним поновлювальним джерелом палива є біомаса трав'янистої і деревних культур.

Використання біомаси як відновлюваного джерела енергії дозволяє зменшити залежність від імпортованих енергоносіїв та підвищити економіко-енергетичну безпеку. Вирощування енергетичних культур дає можливість вирішити екологічні та соціально-економічні проблеми розвитку регіонів, зменшити негативний вплив на довкілля [1, 2].

Однією з основних біоенергетичних культур на даний час є верба. Крім того, збільшення площ плантацій енергетичної верби позитивно вплине на рівень залісненості територій. Вона може внести значний внесок у задоволення попиту на деревну біомасу, зменшивши частку лісової деревини в її виробництві [3].

Верба швидко накопичує біомасу [4]. Результати досліджень показують що врожайність сухої маси верби, за умови щорічного збирання становить понад 14 т/га, при дворічному циклі – 32 т/га, а при трирічному – 60 т/га [5-8].

Величина врожайності верби, як і інших сільськогосподарських культур, залежить від її біологічних особливостей культури та рівня забезпеченості поживними елементами, вологою, теплом, стану ґрунту, технологій вирощування тощо [9, 10]. У зв'язку із цим виникає потреба у вивченні технологій, встановленню науково-обґрунтованих параметрів і прийомів вирощування, таких як строки та ширина посадки живців, і їх вплив на формування врожаю.

Метою досліджень було визначити показники продуктивності біомаси енергетичної верби залежно від строків та схем садіння в умовах Західного Лісостепу України.

Методи і матеріали. Дослідження виконували впродовж 2022-2023 рр. в умовах Західного Лісостепу України на дослідних ділянках Західноукраїнський національний університету.

Ґрунт дослідних ділянок – чорноземи типові, глибокі, малогумусні, які мають нейтральну реакцію ґрунтового розчину рН сольове - 6,4.

Кліматичні умови в роки досліджень характеризувались середньодобовою температурою повітря в період активної вегетації (від 1.04. до 1.10) становила +14,6°C і +15,3°C. Річна кількість опадів - 620-650 мм. Кількість опадів у вегетаційний період - 369 мм і 348 мм.

Дослідження проведені за такою схемою:

Фактор А. Строки садіння живців:

1. II декада квітня;
2. III декада жовтня;

Фактор В. Схема та щільність садіння живців (крок посадки – 50 см):

1. 2x70x200 (14,8 тис. шт./га);
2. 2x100x200 (13,3 тис. шт./га);
3. 2x150x200 (11,4 тис. шт./га)

Дослідження проводились за рослинами верби сорту Прутовидна. Площа дослідної ділянки 225 м², облікової – 25 м², Повторюваність дослідів – триразова.

Дослідження проводили за загальноприйнятими науковими традиційними у лісівництві та рослинництві методиками.

Результати і обговорення. Дослідження показали, що в умовах Західного Лісостепу енергетична верба сорту Прутовидна здатна забезпечити урожайність сирої біомаси у 2-й рік вирощування в межах 38,4-44,4 т/га залежно від строків та схем садіння живців і погодно-кліматичних умов. В перший рік вирощування урожайність сирої біомаси енергетичної верби варіювала у межах 26,9-32,3т/га (рис.1).

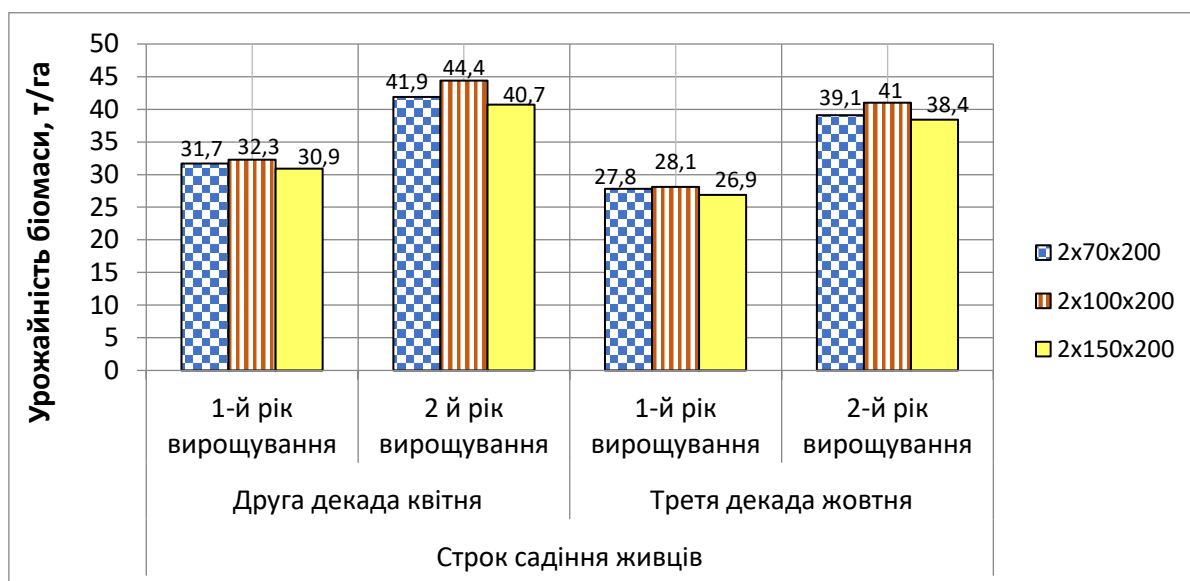


Рисунок 1 – Продуктивність сирої біомаси енергетичної верби «Salix Viminalis» залежно від строків та схем садіння (середнє за 2022-2023рр), т/га

У сорту Прутовидна оптимальний показник урожайності за два роки (44,4 т/га) отримано за садіння у II декаді квітня і садіння живців за схемою 2x100x200см. Мінімальне значення – 38,4 т/га відмічено за схеми садіння 2x150x200см., у III декаді жовтня.

Строки та схеми садіння живців енергетичної верби достовірно впливали на урожайність сухої біомаси. Врожайності сухої маси за два роки вирощування становили на різних ділянках становили 18,9-23,9 т/га. Найбільший вихід біомаси (23,9 т/га) отримано за схеми садіння 2x100x200см, у другій декаді квітня. Найгірші показники отримано за рідкої посадки (2x100x200см) в пізні терміни у третій декаді жовтня (рис. 2).

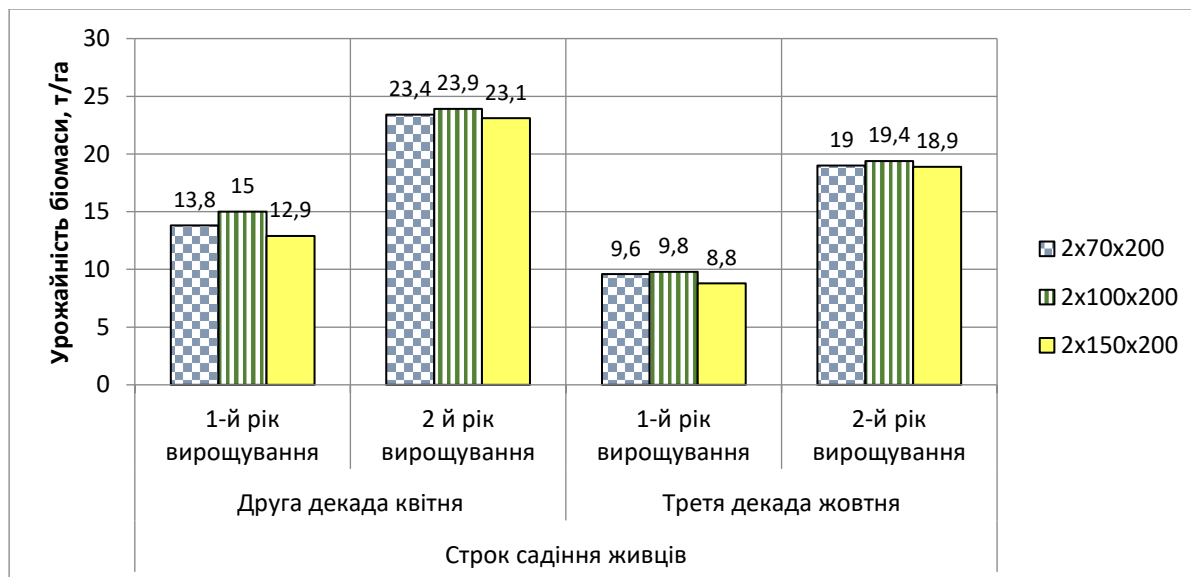


Рисунок 2 – Продуктивність сухої біомаси енергетичної верби «*Salix Viminalis*» залежно від строків та схем садіння (середнє за 2022-2023рр), т/га

Щодо впливу досліджуваних чинників слід відзначити, що із змінною строків садіння різниця між значеннями виходу сухої біомаси верби в межах схеми посадки становить 4,2-4,5 т/га. Різниця у врожайності біомаси на ділянках з різними схемами посадки в межах строку садіння – 0,5-0,8 т/га.

Відтак, необхідно відзначено, що в умовах Лісостепу Західного вищі показники виходу біомаси одержано за садіння живців у ранні терміни по схемі 2x100x200 см.

В середньому по енергетичній плантації на 1 га енергетичної верби за дворічний цикл вирощування можна отримати урожай сухої біомаси в межах 18,9-23,9 т (теплотворна здатність паливної тріски 12–14 МДж/кг), що становить 227–335 ГДж/га енергії, або біля 332–491 МВт/год електроенергії.

Висновки. За результатами досліджень встановлено, що верба сорту Прутувидна здатна забезпечити урожайність сирової біомаси у 2-й рік вирощування в межах 38,4-44,4 т/га. Найбільший вихід біомаси верби отримано за густоти садіння живців 13,3 тис. шт./га за схемою 2x100x200 см. Для ефективного використання енергії світла і забезпечення високої інтенсивності фотосинтезу і накопичення високого врожаю біомаси, живці верби доцільно висаджувати у ранні терміни (у квітні)

В середньому по енергетичній плантації на 1 га енергетичної верби за дворічний цикл вирощування можна отримати урожай сухої біомаси в межах 18,9–23,9 т (теплотворна здатність паливної тріски 12–14 МДж/кг), що становить 227–335 ГДж/га енергії, або біля 332–300491 МВт/год електроенергії.

Література

1. Гументик М. Я. Продуктивність біомаси верби прутовидної (*S. Viminalis* L.) для виробництва біопалива в умовах Центрального Лісостепу України. / М. Я. Гументик, Я. Д. Фучило, Н. С. Зацерковна, Гументик В. М.// Вісник Малинського фахового коледжу. – 2024. - Вип. 1.
2. Лутковська С.М., Зеленчук Н.В. Розвиток біоенергетики в Україні – енергетична та економічна безпека в умовах сталого розвитку. URL: <http://socrates.vsau.org/repository/card.php?id=30653>
3. Tworowski J. Energetyczna efektywność produkcji biomasy wierzby systemem Eko-Salix. /J. Tworowski, M. Stolarski, S.Szczukowski , M. Krzyzaniak. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych. – 2015. - № 582. - pp. 91–100..
4. Caslin B., Finnan J., McCracken A. Short rotation coppice willow best practice guidelines. URL: <https://www.ifa.ie/wp-content/uploads/2013/10/2012-WillowBestPracticeManual.pdf>.
5. Techniki uprawy i produkcji biomasy z wierzby energetycznej Materiały szkoleniowe projektu Centrum Zielonych Technologii w temacie Odnawialne Źródła Energii. URL: http://www.zielonetechnologie.pl/.../techniki_uprawy...
6. Думич В. Технології збирання верби /В. Думич// Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Зб. наук. праць. Вип. 18 (32). Кн. 2. – Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. – 2014. – С. 228-236.
7. Шкоропад, Л. Вирощування енергетичної верби в умовах західного регіону України / Л. Шкоропад, В. Думич, // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України // Зб. наук. пр. УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. Вип. 21 (35). - Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. – 2017. - С. 353–361.

8. Гументик М.Я., Фучило Я.Д. Гнап І В. (2018). Ефективність вирощування біоенергетичних культур для виробництва біопалива в зоні Лісостепу України. Тернопіль. Том 28. С. 21–30.

9. Фучило Я. Д., Сбитна М. В. (2017). Верби України: біологія, екологія, використання: монографія. Видання друге, виправлене і доповнене. К.: ЦП «Компринт». 259 с.

10. Курило, В. Л. Динаміка росту енергетичної верби в перший рік вирощування в ґрунтовокліматичних умовах Полісся України. / В. Л. Курило, , Г. І. Журба// Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2013. №19. С.74-79.

УДК 633”324”

ОБРОБІТОК ҐРУНТУ ПІД ПОСІВИ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ПІСЛЯ РІЗНИХ ПОПЕРЕДНИКІВ НА ЗЕМЛЯХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Малярчук В. М., канд с.-г. наук

Південно-Українська філія УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого

Zemlerob_mvm@ukr.net

Ревтьо О. Я., канд. с.-г. наук, доцент

Малярчук А. С., канд. с.-г. наук, доцент

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Вступ. Обробіток ґрунту за значенням, а також за енергетичними і трудовими витратами займає в землеробстві провідне місце. Тільки шляхом механічної дії на ґрунт робочими органами ґрунтообробних знарядь і машин можна створити оптимальні умови для розвитку кореневих систем сільськогосподарських культур, підвищити ефективність добрив, засобів захисту рослин та інших заходів інтенсифікації. Тому необхідно більше уваги приділяти теоретичним і практичним питанням обробітку ґрунту. Без подальшого удосконалення існуючих і розроблення принципово нових, більш економічних технологій обробітку і сівби,

що забезпечать надійний захист від ерозії і технологічної деградації ґрунтів не можна розраховувати на високу віддачу від будь-якого заходу інтенсифікації.

Метою роботи є обґрунтування способів обробіку ґрунту під посіви пшениці озимої після різних попередників на землях Південного Степу України.

Методи та матеріали. Враховуючи, що південна частина Степової зони України є окремою специфічною зоною, виникла необхідність розроблення нових та удосконалення існуючих способів і систем основного обробітку відповідно до біологічних особливостей сільськогосподарських культур, агрофізичних властивостей та меліоративного стану ґрунтів.

Ґрунтовий покрив регіону, представлений чорноземами південними, темно-каштановими та каштановими, різного ступеню осолонцювання в комплексі з солонцями – середньо і важко суглинковими ґрунтами, які утворилися під впливом специфічних гідротермічних умов і різнотрав'яно-ковилової та типчаково-ковилової рослинності характерної для Південної посушливої і Сухо степової ґрунтово-екологічних зон.

У природно-кліматичному відношенні регіон характеризується високим забезпеченням тепловими ресурсами і є одним із найбільш сприятливих для ведення сільського господарства. Основним фактором, що лімітує та стримує реалізацію потенційних можливостей сортів і гібридів сільськогосподарських культур, є недостатня забезпеченість вологою – гідротермічний коефіцієнт коливається в межах 0,32 – 0,68.

Середня температура повітря найхолоднішого місяця – січня складає мінус 2⁰С. Для зими характерні тривалі та інтенсивні відлиги з підвищенням температури в окремі роки до 15-18⁰ С.

Початок вегетаційного періоду, який приблизно збігається з переходом середньодобових температур через 5⁰С настає в кінці березня і закінчується в першій половині листопада. Тривалість періоду з плюсовими температурами становить 250-280 днів.

Починаючи з березня, температура кожного наступного місяця підвищується на 4-8⁰С. Улітку спостерігаються високі та сталі температури без значних змін їх

по території зони. Середня температура найтеплішого місяця – липня – 21⁰С. Абсолютний максимум температури досягає 39-41⁰С.

У період формування зерна колосових культур середньодобова температура в цій зоні досягає - 19,5 - 23⁰С.

Стримують повну реалізацію теплових ресурсів обмежені умови зволоження, тому вагомим резервом збільшення виробництва зерна в південному регіоні є науково – обґрунтовані основний обробіток ґрунту та сівозміна

При обробітку ґрунту під пшеницю озиму тип ґрунту і його агрофізичні властивості мають не вирішальне значення, а на передньому плані знаходяться попередники і строки звільнення поля від них.

За допомогою обробітку ґрунту вирішується комплекс важливих завдань ігнорування яких може призвести до значних втрат ґрунтової вологи, поживних речовин та погіршення фітосанітарного стану посівів, і викличе необхідність внесення додаткової кількості мінеральних добрив та пестицидів для боротьби з шкідниками, бур'янами і хворобами.

Результати та обговорення. Найбільш важливим завданням, яке покладається на обробіток в технології вирощування пшениці озимої, є створення розпушеного, дрібногрудкуватого, шару ґрунту, в який легко проникає волога і повітря та сприятливого для проростання насіння і розвитку кореневої системи. У зв'язку з використанням на добриво листостеблової маси попередників особливої актуальності набуває питання загортання її в зону гарантованого зволоження для активізації аеробних мікробіологічних процесів збагачуючих ґрунт доступними елементами мінерального живлення.

Не менш важливим завданням механічного обробітку є знищення бур'янів, кладок яєць, личинок шкідників та збудників хвороб, що накопичилися на післяжнивних рештках і в поверхневому шарі орного горизонту після збирання попередника та створення умов для проростання насіння бур'янів і падалиці у передпосівний період з метою їх подальшого знищення проведенням культивацій і боронувань.

Ці завдання стосовно до пшениці озимої вирішуються системою обробітку, яку необхідно будувати відповідно до попередника.

Обробіток ґрунту після багаторічних трав. Загальновизнаним і найбільш ефективним попередником під сівбу пшениці озимої звичайно є багаторічні трави насамперед це люцерна трирічного використання. Вибір способу і строку обробітку ґрунту має велике значення. Другий укіс люцерни в південній частині Степової зони збирають в кінці третьої декади липня на початку серпня, тобто до оптимальних строків сівби пшениці озимої залишається більше 1,5 місяці, а отже є достатньо часу для основного обробітку ґрунту, передпосівної культивуації та сівби.

Безполицевий обробіток краще проводити з використанням ґрунтообробних знарядь дискового або комбінованого – диско-чизельного типу.

Хороші результати при експериментальному випробуванні на темно-каштанових ґрунтах в зоні дії Інгулецької зрошувальної системи забезпечують важкі дискові борони. Такий обробіток сприяє кращому вбиранню атмосферних опадів, активізує процеси розкладання свіжої органічної речовини та перехід важкодоступних елементів мінерального живлення в доступні.

Після такого обробітку створюється дрібногрудкувата, збагачена подрібненими післяжнивними рештками, поверхня ґрунту. Для важких ґрунтів, а також, якщо з будь яких причин не вдалося ґрунт обробити своєчасно і він пересох та не піддається обробітку, доцільно дочекатися опадів або використати борони диско-чизельні, які забезпечить якісний обробіток на глибину до 20-22 см.

До настання оптимальних строків сівби площі оброблені знаряддями безполицевого типу необхідно підтримувати в чистому від бур'янів і розпушеному стані. Не пізніше ніж за 2-3 дні до сівби необхідно провести передпосівну культивуацію на глибину 5-6см з використанням парових культиваторів.

Обробіток ґрунту після стерньових попередників, ріпаку та гірчиці. Ріпак озимий, зернові колосові та гірчиця першими звільняють поле (третьа декада червня – перша-друга декади липня). Основна вимога до їх збирання – рівномірний розподіл на поверхні ґрунту листостеблової маси і перемішування її дисковими луцильниками або важкими дисковими боронами з шаром ґрунту 8 до 14 см при одночасному внесенні на кожну тонну повітряно-сухої листостеблової маси 10 кг діючої речовини аміачної селітри. Це пов'язано з тим, що при загортанні в ґрунт листостеблової маси ріпаку, гірчиці та соломи зернових культур, при

співвідношенні в них азоту до вуглецю (N:C) 1:40 відбувається бурхливий розвиток ґрунтових мікроорганізмів, які споживають мінеральні форми азоту, доступні для рослин, та тимчасово переводять їх в органічні білкові сполуки своїх клітин. Тобто, відбувається біологічне закріплення азотмістких мінеральних сполук, яке призводить до збіднення ґрунту на доступні для рослин форми азоту. Враховуючи те, що після збирання ріпаку, ячменю озимого, пшениці озимої та гірчиці до оптимальних строків сівби озимих зернових залишається 2,0-2,5 місяці, компенсація нестачі азоту за рахунок внесення його у мінеральній формі (N₁₀ на тону соломи) буде сприяти більш швидкому розкладенню свіжої органічної речовини ґрунтовими мікроорганізмами, після відмирання яких асимільований ними азот мінералізується і стає доступним для рослин.

Подальший догляд за обробленими таким чином площами після усіх вище наведених попередників полягає в проведенні культивацій з одночасним боронуванням при проростанні падалиці, бур'янів та при запливанні ґрунту після дощів. За сприятливих погодних умов (випаданні дощів, відсутності надто високих температур і суховіїв) другої половини літа глибина культивацій не повинна перевищувати 5-6 см.

За умов, коли така товщина розпушеного поверхневого шару не забезпечує надійного захисту від втрат вологи з більш глибоких шарів, глибину культивацій слід збільшити до 8 см.

Висновки. Першочергове завдання після суттєвих опадів обробітку ґрунту полягає в тому, щоб створити оптимальні умови для проростання насіння, отримання сходів і початкового їх росту. Як відомо, необхідним фактором для цього є забезпеченість насіння достатньою кількістю вологи, що вирішується насамперед якісним обробітком ґрунту, який полягає у своєчасному закритті вологи і одній - двох передпосівних культиваціях залежно від гідротермічних умов і часу, що залишився до оптимальних строків сівби. Доцільно проводити дві культивації: першу на глибину 8-10 см після основного обробітку з метою вирівнювання поля, а другу – після передпосівного поливу на глибину 5-6 см.

Кількість суцільних культивацій залежить від гідротермічних умов року. В роки з частими дощами кількість культивацій може зростати, а в посушливі роки

навпаки зменшуватися.. В цей період краще використовувати широкозахватні гідрофіковані зчіпки парових культиваторів. При наявності на площах коренепаросткових бур'янів, економічно виправданими можуть бути хімічні заходи боротьби з ними.

UDC: 551.583:551.588

DESERTIFICATION PROCESS POSSIBILITY IN SOUTHERN REGIONS OF UKRAINE

Maidanovych N., Ph. D. in Geogr. Sc., poljuljach@ukr.net

Leonid Pogorilyy UkrNDIPVT

Among the regional agroecological processes provoked by global warming, the most adverse for Ukraine is a possibility of desertification in southern and southeast regions – as a result of slow displacement to the middle latitudes of the northern periphery of subtropical anticyclones zone and, as a consequence, geographical displacement and spatial transformation of natural zones [1, 2].

The zone of subtropical anticyclones corresponds to the subtropical minimum of precipitation. At low levels of global warming (up 1-2°C) in the area of the northern periphery of the subtropical anticyclones zone, which, to a certain extent, is only close to the southern regions of Ukraine, is characterized by a slight increase in the annual amount of precipitation, associated with an increase in the absolute water vapor content in the atmosphere. Such an effect is observed in the modern period – the annual amount of precipitation has risen by 10–15% in the south-eastern regions of Ukraine for the last 100 years [2]. But, with a higher level of global warming, and the intensification of synoptic activity in the temperate latitudes, the northern periphery of the subtropical anticyclones zone will shift to the north and cover the south-eastern regions of Ukraine.

It was established that at global temperature incising on 1°C there will be a displacement of low precipitation zone position on 2° latitudes to a direction of middle latitudes [2]. At global warming on 3-4°C, the basic zone of a subtropical precipitation minimum in the Northern hemisphere will be displaced to 34±5° of north latitude, and it

means that the northern periphery of a zone of subtropical anticyclones will cover all of the southern territory of Ukraine (Fig. 1).

Displacement of a subtropical anticyclones zone's northern periphery can lead to a possible reduction in the amount of precipitation and a sharp intensification of the evaporation process. This process represents a potential danger of desertification in southern and southeast regions of Ukraine, since the second half of the 21st century, if the modern tendency of global warming is kept (especially if global warming will attain 3-4°C).

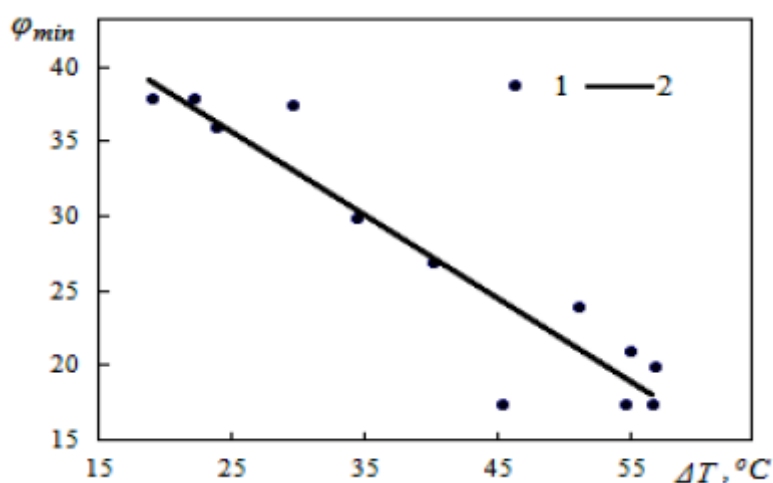


Fig. 1 – Comparison of the latitudinal position of the subtropical low precipitation zone (φ_{min}) and the monthly average "equator–pole" temperatures difference (ΔT) in the Northern Hemisphere: 1 – empirical data; 2 – linear approximation [2]

Considering such climatic trends, the relevance of research and implementation of resource-saving technologies of soil cultivation for the cultivation of crops will increase in the coming decades.

References

1. Boychenko, S., Kuchma, T., Maidanovych, N., & Myronova, T. (2023, November). Assessing Climate Aridity Trends in Southern Ukraine During 1991-2020. In *17th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment* (Vol. 2023, No. 1, pp. 1-5). European Association of Geoscientists & Engineers.
2. Boychenko, S., Voloshchuk, V., Movchan, Y., Serdjuchenko, N., Tkachenko, V., Tyshchenko, O., & Savchenko, S. (2016). Features of climate change on Ukraine:

scenarios, consequences for nature and agroecosystems. *Proceedings of the National aviation university*, (4), 96-113.

3. Boychenko, S. G., Voloshchuk, V. M., & Serdjuchenko, N. N. (2006). Parametrization of displacement of a subtropical minimum of an atmospheric precipitation in Northern hemisphere at global warming. *Reports of National Academy of Sciences of Ukraine*, 9, 134-139.

УДК 539.621:631.362

ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ДИНАМІЧНОГО ТЕРТЯ НАСІННЯ ЛАВАНДИ

Амосов В. В., канд. техн. наук, доцент, v_vas_a@ukr.net

Васильковський О. М., канд. техн. наук, професор,

Богуславський А. С., магістр,

Центральноукраїнський національний технічний університет.

Ветохін В. І., доктор техн. наук, доцент

Полтавський державний аграрний університет

Вступ. Лаванда вузьколиста є перспективною ефіроолійною культурою. Вона використовується в різних галузях промисловості, озеленення і ландшафтного дизайну, має лікувальні властивості. що знаходять своє використання у медицині. Глобальні кліматичні зміни, зокрема підвищення температурного режиму та зменшення кількості опадів, зумовлюють можливість культивування цієї рослини на більшій території України. Тому виникає потреба у пошуках способів збільшення виробництва якісного насіння та механізації його сортування.

Метою роботи є вивчення фізико-механічних властивостей насіння лаванди, необхідних для оптимізації параметрів фрикційного сепаратора.

Об'єктом дослідження є процес руху насіння лаванди по похилій площині.

Предметом дослідження є динамічні властивості насіння лаванди у процесі сортування.

Матеріали і методи. Коефіцієнт динамічного тертя визначався з використанням лабораторної установки ТМ-21 на основі похилої площини [1, 2]. В ході експерименту насіннєвий матеріал спрямовують по металевій (алюмінієвій) поверхні, нахиленій під кутом, який перевищує кут статичного тертя. Електронним секундоміром фіксують час подолання ділянки поверхні довжиною 1 метр. Вимірювання проводилось при шести значеннях кутів ($\alpha=30^\circ; 32^\circ; 34^\circ; 36^\circ; 38^\circ; 40^\circ$) у десятиразовій повторності. Результати оброблялися методами математичної статистики.

Результати та обговорення. Теоретичне підґрунтя досліджень становить наступне. Час руху частки по похилій площині з нульовою початковою швидкістю без урахування опору повітря визначається за формулою [3]

$$t = \sqrt{(2 \cdot L) / (g \cdot (\sin(\alpha) - f_d \cdot \cos(\alpha)))}, \quad (1)$$

звідки

$$f_d = (\sin(\alpha) - 2 \cdot L / t^2) / \cos(\alpha), \quad (2)$$

де f_d – коефіцієнт динамічного тертя;

α – кут нахилу поверхні до горизонту;

L – довжина ділянки поверхні, яку долає частка;

t – час подолання ділянки поверхні довжиною L метрів;

g – прискорення вільного падіння.

Графік залежності f_d від кута α (в радіанах) без урахування опору повітря f_{d0} представлено на рис. 1.

З урахуванням опору повітря (вважаємо його пропорційним першому ступеню швидкості руху частки), формула для визначення відстані, яку долає частка за час t , матиме вигляд [4]

$$L = \mu \cdot t + \mu \cdot m \cdot (e^{-k \frac{t}{m}} - 1) / k, \quad (3)$$

де m – маса насінини;

k – коефіцієнт опору повітря;

$$\mu = m \cdot g \cdot \sin(\alpha - \varphi) / (k \cdot \cos(\varphi)), \quad (4)$$

де φ – кут динамічного тертя, $\varphi = \arctg(f_d)$.

Підставляючи (4) в (3), отримуємо

$$L = m \cdot g \cdot \sin(\alpha - \arctg(f_0)) \cdot (t + m \cdot (e^{-k \frac{t}{m}} - 1)) / (k^2 \cdot \cos(\arctg(f_0))). \quad (5)$$

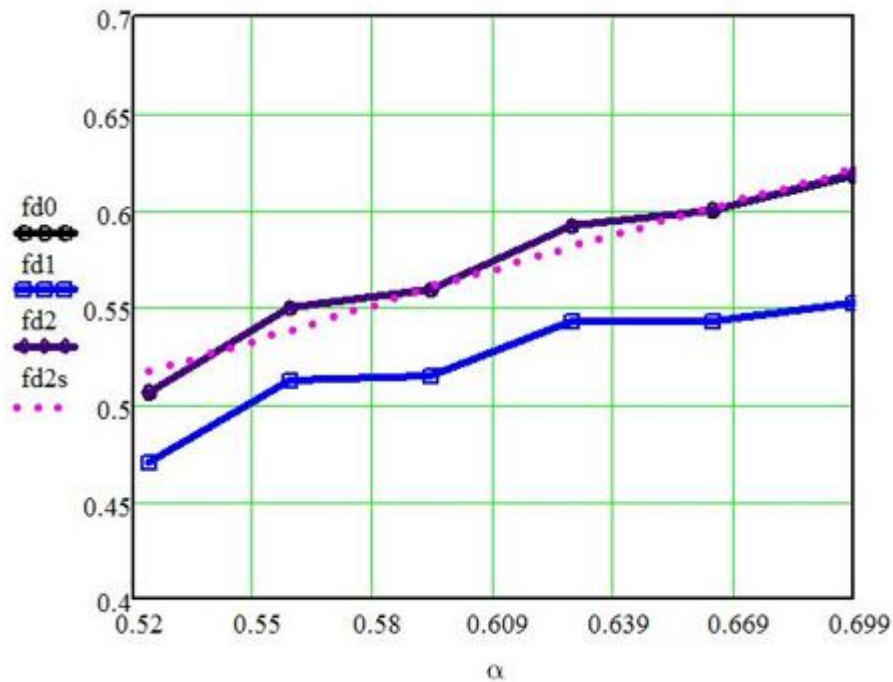


Рисунок 1 – Залежність коефіцієнта динамічного тертя f_d від кута α нахилу поверхні до горизонту: fd_0 – без урахування опору повітря; fd_1 – з урахуванням опору повітря (пропорційно першому ступеню швидкості руху частки); fd_2 – з урахуванням опору повітря (пропорційно другому ступеню швидкості руху частки); fd_{2s} – «згладжені» значення)

Позначимо $\arctg(f_0) = z$ та розв'яжемо рівняння (5) відносно z .

Після елементарних перетворень отримаємо

$$f_0 = \tan(\alpha) - L \cdot k^2 / (m \cdot g \cdot (t + m \cdot (e^{-k \frac{t}{m}} - 1))) \dots \dots \dots (6)$$

Підставляючи до (6) значення постійних величин L , k , g , m та змінні значення кута нахилу поверхні до горизонту α і відповідний їм час t руху насінини по ділянці поверхні довжиною L метрів, отримаємо графік залежності f_d від кута α у випадку, коли опір повітря пропорційний першому ступеню швидкості руху частки (позначений fd_1) (рис. 1). Очевидно, що ці залежності наближаються до лінійних.

Окремого дослідження потребує коефіцієнт опору повітря. З цією метою необхідно спроектувати та виготовити експериментальну установку. Можливо на першому етапі скористатись результатами вимірювань швидкості витання насінин інших культур, а потім уточнити їх, провівши власні дослідження.

Дослідженнями інших авторів [5] встановлено, що найбільш схоже за своїми фізико-механічними властивостями на насіння лаванди насіння амаранту. Його коефіцієнт опору при русі у повітрі змінюється в межах від $k_{min}=0,6143$ до $k_{max}=1,0208$, середнє значення $k_{sr}=0,8137$. Середнє значення використаємо у розрахунках коефіцієнта динамічного тертя (з рівняння (6)).

Оскільки розміри насінин малі, то при швидкості понад 0,1 м/с сила опору повітря стає пропорційною квадрату швидкості [6]. Тоді час руху частки по похилій площині з нульовою початковою швидкістю визначають за формулою

$$t=((k^2 \cdot S + \ln(2)) \sqrt{\cos(\arctg(f_\partial))}) / (k \cdot \sqrt{g \cdot (\sin(\alpha - \arctg(f_\partial)))}) , \quad (7)$$

де S – площа поперечного (міделевого) перерізу частки.

$$S = \pi \cdot d_e^2 / 4, \quad (8)$$

де d_e – еквівалентний діаметр частки.

$$d_e = \sqrt[3]{a \cdot b \cdot c}, \quad (9)$$

де a, b, c – довжина, ширина, товщина насінини, відповідно.

Підставляючи (9) у (8), а (8) у (7), отримуємо трансцендентне рівняння та розв'язуємо його чисельним методом відносно f_∂ з використанням системи MathCAD.

Графік залежності $f_\partial = Z(\alpha)$, за умови пропорційності квадрату швидкості сили опору повітря, та результатами розв'язку рівняння (7) при шести значеннях кута ($\alpha=30^\circ; 32^\circ; 34^\circ; 36^\circ; 38^\circ; 40^\circ$) наведено на рисунку 1.

Проведено аналітичне порівняння значень коефіцієнтів тертя f_∂ , отриманих з урахуванням та без урахування опору повітря.

Висновки. Теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено, що коефіцієнт динамічного тертя насіння лаванди по металевій поверхні лінійно залежить від кута нахилу поверхні до горизонту.

Знання коефіцієнта динамічного тертя дозволить оптимізувати параметри фрикційного сепаратора з метою виділення насіння лаванди заданої якості.

Література

1. Дюжаєв В.П. Лабораторний практикум з теоретичної механіки. Навч.метод. посіб. / В.П. Дюжаєв, О.О. Вершков, О.М. Леженкін; Таврійський державний агротехнологічний університет. - Мелітополь: ТДАТУ, 2019. - 56 с.
2. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Рослинництво та механіка рослинних матеріалів» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія» спеціальності 208 «Агроінженерія» денної форми навчання [Електронне видання] / Солодка Т. М., Мороз О. С. – Рівне : НУВГП, 2021. – 57 с.
3. Нестеренко О.В. Обґрунтування параметрів живильного пристрою для багаторівневого введення зернового матеріалу у вертикальний пневмосепаруючий канал / О.В. Нестеренко, Д.І. Петренко, С.М. Лещенко, О.М. Васильковський, С.Я. Гончарова. *Сільськогосподарські машини* : зб. наук. ст. Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛНТУ, 2016. Вип. 34. С. 92–103. URL: <https://eforum.lntu.edu.ua/index.php/jurnal32/issue/view/80/ВИПУСК%2034>
4. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Т.1; Ч. 2. Машини для сівби та садіння. Харків : Око, 2002. 452 с.
5. Krarn B., Szot B. Aerodynamic and geometric properties of amaranth seeds. *Int. Agrophysics*. 1999. V.13, P.227–232. URL: <http://www.international-agrophysics.org/pdf-106954-37765?filename=Aerodynamic%20and%20geometric.pdf>
6. Пархоменко М.Д. Визначення математичної моделі розрахунку коефіцієнту опору повітря та критичної швидкості зерна при його транспортуванні висівним апаратом / М.Д. Пархоменко, В.О. Кондратець, Ю.М. Пархоменко. *Техніка в с.-г. виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація* : Зб. наук. пр. Кіровоград. нац. техн. ун-ту. Кіровоград : КНТУ, 2008. Вип. 21. С. 105–109. URL: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/1386>

ВПЛИВ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ РІЗНИМИ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ ҐРУНТООБРОБНИХ МАШИН НА ВИКИДИ CO₂

Тесленко О. В., аспірант, Olena.vl.teslenko@gmail.com,

Сумський національний аграрний університет

Лебедєва І. А., створений науковий співробітник, [hfukrndipvt@gmail.com](mailto:hfuksndipvt@gmail.com),

Харківська філія ДНУ «УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого»

Вступ. Зростання концентрації парникових газів у атмосфері є однією з головних причин глобального потепління, що стимулює наукові дослідження у сфері зниження викидів CO₂ в агропромисловому комплексі. Важливим аспектом у цьому контексті є вивчення та оптимізація технологій обробітку ґрунту, які сприятимуть зниженню негативного впливу на клімат. Для покращення стану ґрунтів постає необхідність шукати та впроваджувати нові технології, що сприятимуть збільшенню вмісту органічного вуглецю [1].

Мета роботи. Метою даної роботи є розгляд впливу різних робочих органів ґрунтообробних машин на викиди CO₂. Аналіз ефективності та екологічної доцільності використання різних методів обробітку ґрунту може стати важливим кроком у розвитку сталого агровиробництва та боротьбі з кліматичними змінами.

Матеріали та методи. У даному дослідженні, використовуючи наукову літературу по даній темі, було проаналізовано можливість впливу різних робочих органів ґрунтообробних машин на рівень викидів CO₂ з ґрунту.

Результати та обговорення. У дослідженнях Schlesinger & Andrews, Silva-Olayaetal. [2], [3] зазначено, що виділення CO₂ під час дихання ґрунту, пов'язане з життєдіяльністю біологічних організмів у ґрунті, є другим за величиною компонентом масового циклу вуглецю.

Біохімічні процеси, що відбуваються в ґрунті, впливають на вивільнення CO₂. Однак механізм викиду CO₂ з ґрунту в атмосферу включає дифузії CO₂, яка переважно залежить від взаємодії між поровим простором ґрунту та вмістом вологи [4].

Обробіток ґрунту істотно впливає на вологість та температуру ґрунту, що, в свою чергу, відображається на викидах CO_2 . Високі температури під час обробітку сприяють підвищенню метаболічної активності мікроорганізмів, що призводить до збільшення викидів CO_2 . Менша вологість ґрунту знижувала активність мікробів, що в результаті зменшувало викиди CO_2 . Але також, висока вологість ґрунту може зменшити викиди CO_2 , оскільки менше органічної речовини розкладається.

Має вплив на викиди CO_2 тип ґрунту. Більш глинисті ґрунти можуть мати інший вплив на викиди CO_2 , в порівнянні з піщаними або суглинковими ґрунтами через їхню різну структуру і органічний вміст.

Механічний вплив тракторних агрегатів, а також зміни фізичних властивостей ґрунту впливають на біоту, яка розкладає органічну речовину. Обробка ґрунту змінює його структуру та волого-температурний режим, а подрібнені рослинні рештки загортаються в глибші шари ґрунту [5]. Тому, технології обробітку ґрунту, як фактор, який може вплинути на викиди CO_2 не менш важливий за представлені вище.

Типи обробітку ґрунту привертають все більше уваги, як один із варіантів зменшення негативних наслідків аграрного виробництва, включаючи нульовий та мінімальний обробіток. Це дозволяє зберігати якісні характеристики ґрунту, знижувати викиди парникових газів та водночас підтримувати врожайність агрокультур [6 ;7].

Відомо, що мінімальний обробіток (до 10 см) призведе до зменшення викидів, оскільки органічна речовина залишиться ближче до поверхні, де мікроорганізми мали менше можливостей для розкладання. Натомість глибокий обробіток (більше 20 см) підвищує викиди CO_2 , оскільки органічна речовина з нижчих шарів ґрунту ставала доступною для мікробної активності.

Обробіток ґрунту є важливим етапом аграрного виробництва, і вибір робочих органів ґрунтообробних машин значно впливає на викиди CO_2 з ґрунту.

Різні типи робочих органів, такі як плуги, культиватори та дискові борони, мають свої особливості, що значно впливають на структуру ґрунту, його аерацію та вміст органічної речовини. Так, наприклад, традиційні плуги часто порушують верхній шар ґрунту, що може призводити до збільшення викидів CO_2 внаслідок

розпушування і окиснення органічного матеріалу. Використання культиваторів може сприяти більш поверхневій обробці ґрунту, це може зменшити ступінь порушення нижніх шарів, що призведе до зниження викидів CO₂, порівнянні з плугами, оскільки менше органічної речовини піддається окисленню. Дискові борони, як правило, забезпечують більш однорідну обробку ґрунту. Вони можуть допомогти зберегти структуру ґрунту, що в свою чергу може зменшити викиди CO₂.

Висновки: Для покращення методів управління ґрунтами та викидами CO₂ існує значний потенціал. Правильний вибір робочих органів ґрунтообробних машин може суттєво вплинути на рівень викидів CO₂, сприяючи більш сталому аграрному виробництву. Тому, для отримання більш змістовних висновків необхідно провести науково-аналітичні дослідження в тривалому проміжку часу та з використанням необхідного обладнання.

Література

1. Stepan Pozniak, Maria Hnatyshyn Ivan Franko National University of Lviv, Lviv GLOBAL INITIATIVE «4 PER 1000» AND POSSIBILITIES OF ITS IMPLEMENTATION IN UKRAINE. (2021).
2. Schlesinger W. H. and Andrews J. A. (2000). Soil respiration and the global carbon cycle. *Biogeochemistry*, vol. 48, no. 1, pp. 7–20.
3. Silva-Olaya A. M., Cerri C. E. P., Scala N. La Jr., Dias C. T. S., and Cerri C. C. (2013). Carbon dioxide emissions under different soil tillage systems in mechanically harvested sugarcane. *Environmental Research Letters*, vol. 8, no. 1, Article ID 015014.
4. Dossou-Yovo, E.R., Brüggemann, N., Jessed, N., Huate, J., Ago, E.E., Agbossoub, E.K. (2016). Reducing soil CO₂ emission and improving upland rice yield with no-tillage, straw mulch and nitrogen fertilization in northern Benin. *Soil Till. Res.* 156, 44–53. <https://doi.org/10.1016/j.still.2015.10.001>.
5. Soane, B.D., Ball, B.C., Arvidsson, J., Basch, G., Moreno, F., Roger-Estrade, J. (2012). Notillin northern, western and south-western Europe: a review of problems and opportunities for crop production and the environment. *Soil Till. Res.* 118, 66–87.

- 6 Maraseni, T.N., Cockfield, G. (2011). Does the adoption of zero tillage reduce greenhouse gas emissions? An assessment for the grains industry in Australia. *Agr. Syst.* 104, 451–458.
- 7 Alluvione, F., Fiorentino, N., Bertora, C., Zavattaro, L., Fagnano, M., Quaglietta Chiarandà, F., Grignani, C. (2013). Short-term crop and soil response to C-friendly strategies in two contrasting environments. *Eur. J. Agron.* 45, 114–123.

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

Науково-технічні засади розроблення, випробування та прогнозування сільськогосподарської техніки і технологій

Матеріали
XXIV Міжнародної наукової конференції,
присвяченої 90-річчю від дня народження Леоніда Погорілого

Відповідальний за випуск – Н. Майданович

Коректор – А. Біліченко

Комп'ютерна верстка – О. Литовченко

Державна наукова установа «Український науково-дослідний інститут
прогнозування та випробування техніки і технологій для сільськогосподарського
виробництва імені Леоніда Погорілого»
(УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого)

Підписано до друку 15.10.2024.
Формат 60х84/8. Папір офсетний. Друк цифровий.
Умов. друк. арк. 16,2.
Наклад 100 прим.

Виготовлювач УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого.
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру
видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції
серія ДК № 4415 від 01.10.2012 р.
08654, Київська обл., Білоцерківський р-н, смт Дослідницьке,
вул. Інженерна, 5