

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

**ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ
РОЗВИТКУ ТА ВИПРОБУВАННЯ НОВОЇ
ТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ**

Збірник наукових праць

Випуск 21 (35)

Дослідницьке
2017

Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: збірник наук. пр. / ДНУ «Український науково-дослідний інститут прогнозування та випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва імені Леоніда Погорілого» (УкрНДДПВТ ім. Л. Погорілого); Редкол.: В. Кравчук (голов. ред.) та ін. – Дослідницьке, 2017. – Вип. 21 (35). – 408 с., іл. – Бібліогр. в кінці ст.

У збірнику висвітлено проблеми випробування, прогнозування та конструювання сільськогосподарської техніки й інформаційно-керівних засобів: зернозбиральних комбайнів, лісових, ґрунтообробних і посівних машин, техніки для збирання картоплі та цукрових буряків, приведено методи й результати випробувань мобільних машин та їх агрегатів. Наведено концепцію створення національної багаторівневої сертифікації біологічних та біологізованих сільськогосподарських виробництв, розкрито питання забезпечення стійкості агровиробництва за умов зміни клімату, застосування біопрепаратів, добрив та новітніх технологій при вирощуванні сільськогосподарських культур. Висвітлено питання енергозбереження та альтернативної енергетики. Збірник призначений для науковців, викладачів та широкого кола фахівців сільськогосподарського виробництва.

Редакційна колегія:

Головний редактор – Кравчук В., д-р техн. наук, проф., чл.-кор. НААНУ (УкрНДДПВТ ім. Л.Погорілого);

Заступник головного редактора – Новохацький М.Л., канд.с.-г. наук (УкрНДДПВТ ім. Л.Погорілого);

Відповідальний секретар – Бабинець Т., канд. екон. наук (УкрНДДПВТ ім. Л.Погорілого);

Члени редакційної колегії – Баранов Г., д-р техн. наук, проф. (Національний транспортний університет); **Барвінченко В.,** д-р с.-г. наук, проф., (УкрНДДПВТ ім. Л.Погорілого); **Ветохін В.,** д-р техн. наук, (НТУ «КПБ»); **Войтюк Д.,** канд. техн. наук, проф., чл.-кор. НААНУ (НУБіП України); **Гадзало Я.,** д-р с.-г. наук, акад. НААНУ (НААНУ); **Голуб Г.,** д-р техн. наук, (НУБіП України); **Гусар В.,** канд. техн. наук (УкрНДДПВТ ім. Л.Погорілого), **Занько М.,** канд. техн. наук (УкрНДДПВТ ім. Л.Погорілого); **Заришняк А.,** д-р с.-г. наук, акад. НААНУ (НААНУ); **Камінський В.,** д-р с.-г. наук, акад. НААНУ (ННЦ «Інститут землеробства НААНУ»), **Кушнар'єв А.,** д-р техн. наук, проф., чл.-кор. НААНУ (ТДАТУ); **Кюрчев В.,** д-р техн. наук, проф. (ТДАТУ); **Маковецький О.,** д-р с.-г. наук, проф. (УкрНДДПВТ ім. Л.Погорілого); **Малярчук М.,** д-р с.-г. наук (ІЗЗ НААНУ), **Павлишин М.,** д-р техн. наук, проф. (НТУ «КПБ»), **Ревенко І.,** д-р техн. наук, проф. (УкрНДДПВТ ім. Л.Погорілого); **Рубльов В.,** д-р техн. наук, проф.; **Сербій Є.,** канд. техн. наук (УкрНДДПВТ ім. Л.Погорілого), **Смоляр В.,** канд. с.-г. наук (УкрНДДПВТ ім. Л.Погорілого); **Таргоня В.,** д-р с.-г. наук (УкрНДДПВТ ім. Л.Погорілого); **Чеботар'єв В.,** д-р техн. наук, (Республіка Білорусь, БДАТУ); **Шевченко І.,** д-р техн. наук, д-р с.-г. наук, проф. (ІОК НААНУ); **Шустік Л.,** канд. техн. наук (УкрНДДПВТ ім. Л. Погорілого); **Ясенецький В.,** канд. техн. наук (УкрНДДПВТ ім. Л.Погорілого).

Внесений до переліку фахових видань в галузях **технічної та сільськогосподарської (агрономія) науки** згідно з наказом Міністерства освіти і науки України № 693 від 10.05.2017 р.

Рекомендований та затверджений до друку рішенням вченої ради УкрНДДПВТ ім. Л. Погорілого (протокол № 2 від 23 серпня 2017 р.)

**Сільськогосподарська техніка та
інформаційно-керівні засоби:
випробування, прогнозування, конструювання**

**ДИВЕРСИФІКАЦІЯ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ВИПРОБУВАНЬ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ В УМОВАХ
РЕФОРМУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО
РЕГУЛЮВАННЯ ДОПУСКУ ПРОДУКЦІЇ НА РИНОК**

В. Кравчук, д-р техн. наук, проф., чл.-кор. НААН України,
В. Погорілий,
УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого
М. Подригало, д-р техн. наук, проф.,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
С. Лебедєв, канд. техн. наук,
А. Коробко, канд. техн. наук, доц.,
Харківська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

Проведено аналіз наявного підходу до розвитку системи випробувань і сформульовані основні напрямки, методи і форми виконання завдань у задоволенні потреб окремих споживачів і суспільства загалом під час проведення випробувань сільськогосподарської техніки. На основі проведеного аналізу запропонована концепція розвитку методів випробувань з використанням системомиследяльнісного підходу.

Ключові слова: *випробування, система, системомиследяльнісний підхід, метод випробувань, вимога споживача, концепція.*

Вступ. Проведення випробувань сільськогосподарської техніки – це складний процес, основними складовими якого є методи та засоби, а також умови і режими функціонування техніки. У результаті випробувань експериментально визначаються кількісні і/або якісні характеристики (властивості) об'єкта як наслідок дії на нього зовнішнього фактора впливу. Реформування системи технічного регулювання, перехід від обов'язкової сертифікації до підтвердження відповідності вимогам технічних регламентів вимагають удосконалення системи випробувань, її диверсифікації. Перехід на новий організаційний рівень випробувань потребує розроблення нових показників і критеріїв оцінювання якості продукції, а відповідно, і розроблення нових методів випробувань, зокрема, їх метрологічного забезпечення. Профільна випробувальна лабораторія (ВЛ) має достатньо інформації про технологічні процеси випробувань, закономірності технічного розвитку продукції, випробування якої вона проводить. Тому вона (лабораторія) може пропонувати кожному замовнику свої підходи до

оцінювання якості продукції: які показники необхідно вимірювати, з якою точністю, яка буде адекватність і достовірність отриманих результатів. Відповідно, лабораторія захищає свої підходи як перед Національним агентством акредитації України, так і перед ринком замовників її послуг. Лише постійне удосконалення методів та засобів випробувань дозволить підвищити адекватність, точність та достовірність вимірювання параметрів та забезпечити якість продукції і, як наслідок, задовольнити вимоги споживачів різного рівня (держава, виробник, користувач, тощо).

У статті сформульовано основні напрямки, методи і форми виконання завдань у задоволенні потреб окремих споживачів і суспільства загалом під час проведення випробувань продукції. На основі проведеного аналізу запропоновано положення концепції метрологічного забезпечення випробувань з використанням системомиследяльнісного підходу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Підписання Україною Угоди про асоціацію з Європейським Союзом у 2014 році стало переломним моментом у реформуванні системи технічного регулювання в Україні і переходу на нові форми підтвердження відповідності продукції. Ключовими моментами були відміна обов'язкової сертифікації продукції, прийняття Закону України «Про стандартизацію» [1], Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність» [2] та скасування протягом декількох років міждержавних стандартів розроблених до 1992 року. Суттєво новими стали введення сучасного поняття «вимірювання», яке базується на концепції невизначеності, відмова від поняття «атестація» методик вимірювання і випробувального устаткування, введення обов'язкового калібрування засобів вимірювальної техніки. Крім цього, вкладено нове розуміння в терміни «півірка» і «калібрування». Детальний аналіз цих нововведень з точки зору нормативних документів і метрологічного забезпечення проведено в [3]. Аналіз стану випробувань сільськогосподарської техніки наведено в роботі [4]. Результати аналізування свідчать, що серед нормативних документів на методи випробувань нараховується 36 % міждержавних стандартів ГОСТ розроблених до 1992 р. Це досить значний відсоток, враховуючи ту ситуацію, що майже усі ці документи мають бути скасовані впродовж декількох наступних років, відповідно до Державної політики в галузі технічного регулювання і перейти в статус довідкових [5].

Усі методи випробувань якими користуються ВЛ є застандартизованими, легалізованими і їхня ефективність підтверджена тривалим часом їх використання. Майже 3/4 показників під час випробування вимірюються прямим методом. Тобто не потребують застосування будь-якого обчислення. Це є перевагою методу вимірювання, оскільки забезпечується необхідна похибка результату. Крім цього, усі методи вимірювань, які застосовуються ВЛ передбачають проведення трьох, а в окремих випадках і п'яти, спостережень. З огляду на це, самі методи випробувань сприяють обґрунтованому встановленню всіх джерел

невизначеності, а сам розрахунок невизначеності таких вимірювань не супроводжується складними математичними операціями.

Проте наріжним каменем стає відмова від поняття «похибка вимірювання» і введення обов'язкового калібрування засобів вимірювальної техніки. Усі методи випробувань, регламентовані чинними нормативними документами дають вказівку щодо похибки, з якою повинні вимірюватись ті чи інші показники. Інформації про невизначеність немає жодної. Це ускладнює (унеможлиблює) процедуру оцінювання точності вимірювань за показником невизначеності. Результати випробування за методами, встановленими вимогами обов'язкової сертифікації надають інформацію лише про безпечність продукції і не висвітлюють її споживчих якостей.

Мета і постановка завдань дослідження. Метою дослідження є вибір шляхів удосконалення системи випробувань та їх метрологічного забезпечення в умовах реформування системи технічного регулювання.

Для досягнення поставленої мети необхідно сформулювати основні положення концепції розроблення нових методів випробувань відповідно до вимог суспільства.

Результати дослідження. Важливими питаннями в розробленні високотехнологічних інформативних методів випробувань є обґрунтування і розроблення нових математичних моделей, які забезпечать повне спостереження за об'єктом випробувань [6], обґрунтування прогресивних технічних рішень щодо вимог і параметрів випробувального устаткування, яке буде відповідати вимогам щодо точності і буде метрологічно надійним, обґрунтування характеристик зовнішнього фактора впливу, обґрунтування показників і критеріїв, за якими можна буде оцінити поточний стан об'єктів випробувань, визначити переваги одного об'єкта над іншим і зробити прогноз – як буде змінюватись якість об'єкта випробувань в майбутньому. Вирішення цих питань вимагає застосування системного підходу на основі сучасних технологій і удосконалення методологічних принципів, які дозволять науково обґрунтувати стратегію розвитку наявних і розроблення нових методів випробувань. Тільки за комплексного вирішення згаданих питань можна отримати об'єктивну оцінку про рівень об'єктів випробувань і запобігти допуску на ринок техніки з низькими техніко-економічними показниками.

Необхідність нового підходу до організації розроблення нових методів випробувань пов'язано з такими факторами (рис. 1).

1. Розширення номенклатури об'єктів випробувань. Спостерігається широкий спектр класів, типів і видів машин, які можуть як суттєво відрізнятись технічно і конструкційно, так і мати незначні відмінності. Крім цього, на ринок України поставляється значна кількість техніки закордонного виробництва, в якій широко застосовуються мікропроцесорна техніка і засоби автоматики та автоматизації. Застосування традиційних вітчизняних методів випробувань може бути ускладнено через відсутність необхідного

метрологічного забезпечення (випробувальне устаткування, нормативні документи, кваліфікація випробувачів, тощо).



Рисунок 1 – Фактори, які обумовлюють перехід на нову систему організації випробувань

2. Брак технічної інформації щодо техніки зарубіжного виробництва. Кожна фірма-виробник має свої технології, захищені патентами. Випробування можуть проводитися в умовах недостатньої інформації про об'єкт. Стандартизовані методи випробувань необхідно в деякій мірі адаптувати до нагальних вимог, з урахуванням особливостей конструкції об'єкта випробувань.

3. Маркетингові дослідження вимог замовника (виробник/споживач). Реалізація техніки в умовах ринку потребує маркетингових досліджень щодо інтересів замовників. Це ставить нові завдання з вивчення споживчих характеристик техніки і способів їх оцінювання. Результатом реалізації цієї дії є гнучке реагування на потреби замовників. Основні завдання в цій сфері – своєчасне виявлення показників, які становлять інтерес для замовника, розроблення методів їх вимірювання (визначення, оцінювання) і метрологічне забезпечення запропонованих методів (вибір, розроблення випробувального устаткування, легалізація (визнання законним) методу випробувань).

4. Новий підхід до оцінювання точності. Згідно з ДСТУ ISO/IEC 17025:2006 [7] точність вимірювання повинна оцінюватись за показником – невизначеність. Це вимагає обґрунтування вимог до цього показника, встановлення його допустимих значень. За виконання таких умов результати

випробувань будуть достовірними, адекватними і визнаватись.

5. Порівняльні випробування. Необхідне виділення в окрему категорію порівняльних випробувань. Згідно з вимогами ДСТУ ISO/IEC 17025:2006 [7] ВЛ повинні проводити періодичне оцінювання своїх методів з метою визначення їх придатності. На сьогоднішній є достатньо нормативних документів і публікацій з проведення міжлабораторних порівняльних випробувань. Проте ця процедура може бути ускладнена за малих обсягів вибірки в межах однієї лабораторії. Під час використання нестандартизованих методів відсутня інформація про критерії, за якими буде визначатись придатність методу [8]. Крім цього, складно забезпечити ідентичність контрольних зразків транспортних засобів і мобільних машин [8]. Обґрунтування умов і способів проведення порівняльних випробувань за розробленим методом, його нормативне забезпечення, повинно бути невід'ємним елементом оцінювання методу на придатність.

6. Розсіювання показників нових зразків. Необхідне виділення в окрему категорію випробувань з визначення розсіювання однотипних показників нової техніки. На основі цієї інформації можна проводити нормування показників, оцінювати стабільність виробництва, прогнозувати розвиток технічного стану об'єкта випробувань.

Останнім часом спостерігається тенденція розвитку експрес-методів випробувань і «fokus-test». Експрес-метод дає змогу з мінімальними затратами часових і матеріальних ресурсів зробити висновок про фактичний стан елемента, чи конструкції загалом і дати рекомендацію про подальше поглиблене дослідження конкретного вузла чи елемента машини [9]. «Fokus-test» – це випробування з визначення конкретного показника. Цей показник може бути встановлений замовником (попередньо погоджений із замовником) і виражати споживчу властивість продукції. Ця властивість може виражатись у показниках, вимоги до яких встановлені у чинних НД, або показниках, значення яких цікавить замовника. «Fokus-test» проводять з метою виділення продукту на ринку і, особливо, його інноваційності. Особлива увага приділяється випробуванням за окремими критеріями, такими як зносостійкість, потужність, якість виконуваних робіт [10].

Експрес-методи і «Fokus-test», здебільшого, проводяться нестандартизованими (новими) методами.

Процедура розроблення нових методів потребує проведення окремих наукових досліджень з таких питань:

- обґрунтування оціночного показника, встановлення метрологічного допуску на нього, встановлення номінально допустимого і критичного значення (встановлення критеріїв оцінки);

- обґрунтування і встановлення (вибір) параметрів точності вимірювання показників, обґрунтування умов дії зовнішнього фактора під час випробувань, обґрунтування вимог до випробувального устаткування;

- розробка програм і методик випробувань, обґрунтування методики

оброблення результату, перевірка адекватності математичних моделей;

- дослідження того, як будуть змінюватись результати випробувань зі зміною інтенсивності зовнішніх факторів впливу; дослідження можливості розповсюдження результатів випробувань на реальні умови експлуатації;

- дослідження показників правильності і прецизійності методу;

- розроблення методології прийняття рішень за результатами випробувань.

Узагальнено ці процедури можна показати у вигляді схеми, показаної на рисунку 2 зі зв'язками між завданнями.

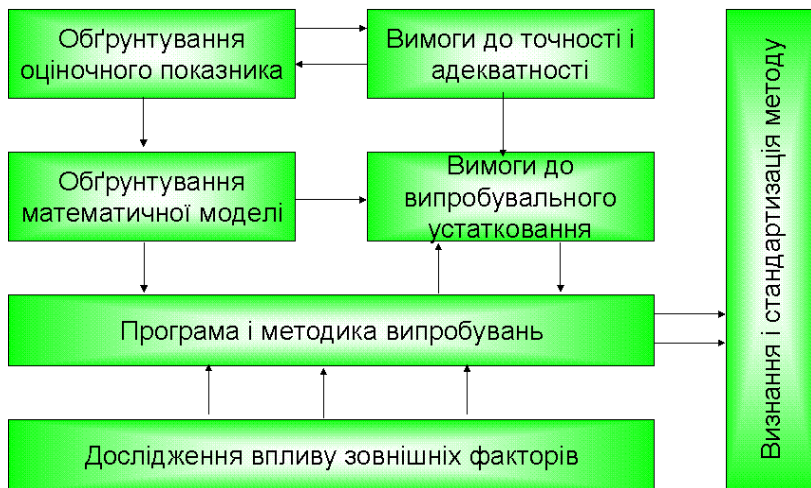


Рисунок 2 – Блок-схема зв'язку процедур розроблення нових методів випробувань

Для вирішення вказаних завдань доцільно використати системомиследяльнісну методологію, яка є найбільш загальною моделлю створення, існування і розвитку предмета, явища або їхніх взаємозв'язків, вона охоплює усі аспекти і рівні об'єкта від світобачення до елементарного [11]. Скористаємось третім визначенням поняття «система», згідно з яким можуть бути побудовані моделі, які дозволяють вирішувати основні задачі аналізу, синтезу і класифікації об'єктів техніки [11]. У роботі [12] виділяється сім рівнів розвитку системи. Застосовуючи вказану методологію до побудови підходів до розроблення нових методів випробувань, можна виділити чотири основні рівні (рис. 3):

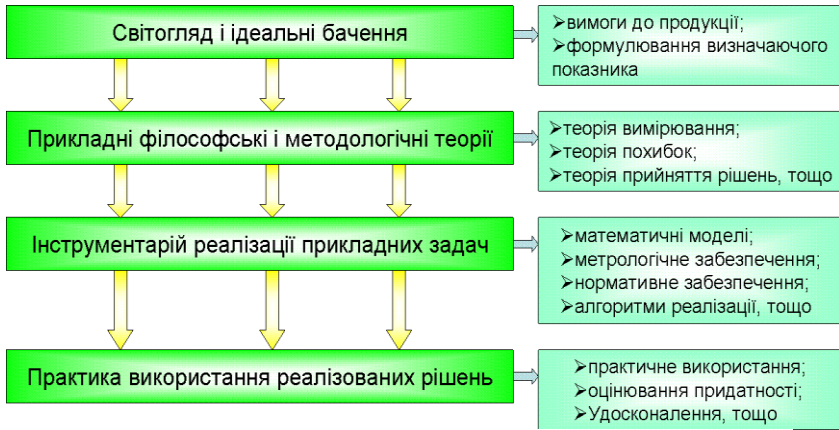


Рисунок 3 – Рівні формування нових методів випробувань на основі системомиследіальнісної методології

– світогляд та ідеальні бачення – абстрактне мислення: на цьому рівні виділяються у найбільш загальному вигляді вимоги до продукції і, відповідно, формулюються загальні напрямки щодо способів та методів дослідження її якості тощо;

– прикладні філософські і методологічні теорії: на цьому рівні реалізується основний теоретичний апарат, який є основою і на базі якого формуються подальші прикладні дослідження (теорія похибок, теорія вимірювання, теорія прийняття рішень, теорія чутливості тощо);

– інструментарій реалізації прикладних задач, які були сформульовані у загальному виді на першому рівні: математичні моделі, метрологічне забезпечення, алгоритми реалізації методик, алгоритми прийняття рішень тощо;

– практика використання реалізованих рішень, їх верифікація, легалізація та удосконалення: практичне використання розробленого методу випробувань, перевірка його на придатність тощо.

На основі показників, запропонованих в [13], проведено аналізування класичного (наявного) підходу до організації системи випробувань і запропонованого (на основі системомиследіальнісного підходу) (див. табл.1).

Загальна структура системи метрологічного забезпечення випробувань, яка пропонується за третім визначенням поняття «система» показана на рисунку 4.

Узагальнюючи викладений вище матеріал, можна сформулювати основні положення концепції розвитку методів випробувань.

Головна ідея: визначення характеристик продукції з огляду на поєднання вимог обов'язкових НД і вимог замовника (виробника/споживача) з точки зору їхнього бачення щодо важливості тієї чи іншої характеристики на основі реальних досягнень науково-технічного прогресу.

Таблиця 1 – Аналіз підходів до розробки методів випробувань

№ п/п	Показник	Класичний підхід	Запропонований підхід
1	Рівень визначення мети	Державний	Міждержавний, державний, галузевий, окремий споживач
2	Сутність мети діяльності	Перевірка відповідності обов'язковим НД (вимоги безпеки)	Перевірка відповідності обов'язковим НД (вимоги безпеки); висвітлення технічних та споживчих якостей; перевірка відповідності вимогам замовника (випробування за погодженим показником)
3	Шляхи досягнення мети	Використання стандартизованих методів випробувань	Обґрунтування нових визначаючих показників і розробка моделей і методів випробувань, якими можна визначити ці показники
4	Метод досягнення мети	Випробування за стандартизованими методиками, періодичний контроль якості методу для визначення впливу окремих факторів на результати випробувань	Формування нової адаптивної інформаційно-логістичної системи метрологічного забезпечення випробувань; формування системи визначення придатності методів; орієнтація на розвиток науково-технічного прогресу
5	Інструментарій	НД на методи випробувань, стандартизоване випробувальне устаткування і засоби виміральної техніки	Адаптивна інформаційно-логістична система метрологічного забезпечення; спеціально розроблена та погоджена програма та методика випробувань
6	Задіяні об'єкти	Множина вимог обов'язкових НД; множина характеристик метрологічного забезпечення; організаційна структура (акредитація)	Множина вимог обов'язкових НД; множина вимог замовників; множина характеристик метрологічного забезпечення; організаційна структура (акредитація, визнання випробувальної організації)
7	Зв'язки суміжними галузями	Вузькі, статичні (однозначний висновок: відповідає/не відповідає)	Розширені, динамічні, адаптивні (рекомендації іншим галузям)

Основні положення концепції (рис. 5):

- формування нового адаптивного простору метрологічного забезпечення випробувань;
- обґрунтування нових визначальних показників і розробка моделей і методів випробувань, якими можна визначити ці показники;
- новий рівень взаємовідносин замовників і виконавців випробувань, розробка рекомендацій за результатами випробувань для покращення якості продукції;
- обґрунтування підходів до підтвердження і забезпечення якості методів випробувань.

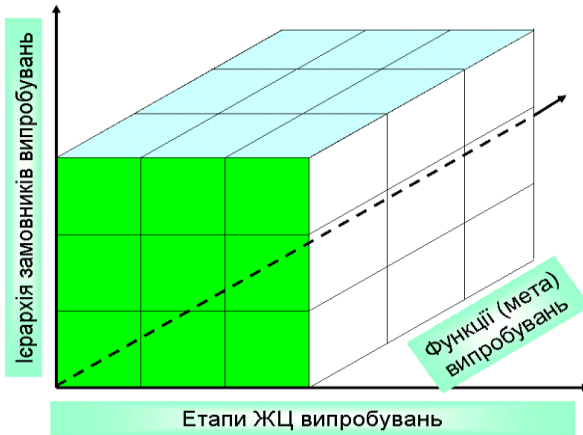


Рисунок 4 – Модель системи випробувань



Рисунок 5 – Концепція розробки нових методів випробувань

Висновки.

Проведений аналіз наявної системи випробувань і її нормативного і метрологічного забезпечення свідчить про необхідність розроблення нового підходу до організації проведення випробувань на основі поєднання вимог обов'язкових НД і вимог замовників з точки зору їхнього бачення щодо важливості тієї чи іншої характеристики на основі реальних досягнень науково-технічного прогресу.

Проведено аналіз наявного підходу до розвитку системи випробувань і сформульовано основні напрямки, методи і форми виконання завдань у задоволенні потреб окремих споживачів і суспільства загалом під час

проведення випробувань продукції. На основі проведеного аналізу запропоновано концепцію розвитку методів випробувань з використанням системомиследяльнісного підходу.

Подальшого дослідження потребують питання синтезу основних атрибутів системи метрологічного забезпечення випробувань (за третім визначенням системи), а також синтезу інформаційно-логістичних систем метрологічного забезпечення і систем прийняття і підтримки рішень цієї системи.

Література

1. Закон України «Про стандартизацію», 05.06.2014 р. № 1315-VVII [Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1315-18>].
2. Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність», від 05.06.2014 № 1314-VII [Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1314-18>].
3. Малецька О. Є. Сучасні вимоги стандартизації. Нормативні документи з метрології / О. Є. Малецька, М. В. Москаленко // Стандартизація, сертифікація, якість. Науково-технічний журнал. – 2016. – №2 (99). – С. 63-66.
4. Лебедєв С. Аналіз підходів до оцінювання точності вимірювань при випробуваннях сільськогосподарських машин / С. Лебедєв, А. Коробко, Ю. Козлов // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва України. Збірник наукових праць. – Дослідницьке : УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого. – 2017. – № 21 (35).
5. Застосування стандартів, у тому числі в зв'язку зі скасуванням у 2015 році міждержавних стандартів (ГОСТ) / Департамент Технічного регулювання Мінекономрозвитку і торгівлі України // Стандартизація, сертифікація, якість. Науково-технічний журнал. – 2016. – №2 (99). – С. 3-6.
6. А. с. 53865. Твір науково-практичного характеру «Оцінювання придатності методів випробувань з використанням показників спостережності» / Подригало М. А., Коробко А. І., Радченко Ю. А.; дата реєстрації/ registration date 27.02.2014.
7. Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій (ISO/IEC 17025:2005, IDT): ДСТУ ISO/IEC 17025:2006. — [Чинний від 2007-07-01]. — К. : Держспоживстандарт України, — (Національний стандарт України), 2007. — VI, 26 с.
8. Коробко А. Система управління лабораторії з випробувань дорожніх транспортних засобів / Коробко А., Радченко Ю. // Стандартизація, сертифікація, якість. Науково-технічний журнал (Korobko A. Control System the laboratory testing of road vehicles / Korobko A., Radchenko Yu. / / Standardization, certification, quality. Scientific-technical journal.). – 2014. – № 2. – С. 39-43.
9. Техническая диагностика тракторов и зерноуборочных комбайнов /

Под общ. ред. В. М. Михлина. – М. : Колос, 1978. – 287 с.

10. www.DLG-Test.de [Электронный ресурс].

11. Беловол А. В. Общие модели структур циклов, функций и процессов технологических систем / А.В. Беловол, Н. Э. Тернюк, // Автомобильный транспорт. – Харьков: ХНАДУ, 2005. – № 16. – С. 112–116.

12. Тернюк Н. Э Системно-процессное моделирование технических систем в GALS-технологиях / Н. Э. Тернюк, Ю. В. Дудукалов, В. В. Федченко, Н. Н. Гладкая. / Сборник НАКУ "ХАИ" «Открытые инфомационные и компьютерные интегрированные технологи». – 2011. – № 49. – С. 124-133.

13. Букреева О. С. Структура системо-мыследеятельностного комплекса системы нормативно-технического обеспечения этапов жизненного цикла изделий машиностроения / О. С. Букреева // Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. – 2014. – № 2 (85). – С. 150-154.

14. Букреева О. С. Удосконалення методів формування системи нормативних документів з екологічної безпеки автомобільної техніки : автореф. Дис. На здобуття уч. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.01.02 «Стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення» / О. С. Букреева. – Харків, 2016. – 24 с.

Аннотация.

Проведен анализ существующего подхода к развитию системы испытаний и сформулированы основные направления, методы и формы по достижению целей в удовлетворении потребностей отдельных потребителей и общества в целом при проведении испытаний продукции. На основе проведенного анализа предложена концепция развития методов испытаний с использованием системомыследеятельностного подхода.

Summary.

The analysis of the existing approach to the development of the test system is made and the main directions, methods and forms for achieving the goals in satisfaction of the needs of individual consumers and society as a whole when testing agricultural machinery are formulated. Based on the analysis, a concept of the development of test methods using thinking activity system approach is suggested.

УДК 631.171

МЕХАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Н. Бакач, канд. техн. наук, доцент,

Ю. Салапура, канд. техн. наук, доцент,

Э. Дыба, канд. техн. наук,

**Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический
центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского
хозяйства»**

В статье представлены основные направления научно-технического прогресса в области механизации сельского хозяйства Республики Беларусь на современном этапе. Представлена тенденция развития сельского хозяйства, в которой отражено создание конкурентоспособного, устойчивого и экологически безопасного производства сельскохозяйственной продукции, обеспечивающего внутренние потребности страны и наращивание экспортного потенциала. Приведены показатели технического оснащения сельскохозяйственных предприятий республики и направления развития.

Ключевые слова: *эффективность, агропромышленный комплекс, технология, производство, экспорт, развитие, инновации, машинно-тракторный парк, программа, машины, потребность.*

Постановка проблемы. Современные рыночные условия хозяйствования, необходимость обеспечения продовольственной безопасности государства требуют повышения эффективности ведения сельскохозяйственного производства и конкурентоспособности его продукции.

Главным условием повышения экономической эффективности аграрной отрасли является наращивание производства сельскохозяйственной продукции при снижении удельных затрат на всех этапах производства [1]. Достигнуть этого возможно только при переходе на инновационный путь развития, который предполагает использование достижений научно-технического прогресса (НТП) и передового производственного опыта. НТП во всем мире рассматривается как главное условие модернизации экономики, систематического обновления ее материально-технического потенциала и является ключевым системным фактором повышения эффективности любого

производства. Уровень развития производственных сил определяется, прежде всего, уровнем развития технических средств производства [2].

Цель исследования – повышения эффективности ведения сельскохозяйственного производства и конкурентоспособности его продукции.

Изложение основного материала исследования. Агропромышленный комплекс Республики Беларусь является основой развития национальной экономики, обеспечения продовольственной безопасности страны. В последние годы сельскохозяйственный комплекс страны неуклонно развивается, в результате чего обеспечена устойчивая продовольственная безопасность государства, наращивается экспорт продукции на зарубежные рынки [3]. Вместе с тем, остается нерешенной проблема повышения эффективности сельскохозяйственного производства, сохраняется низкий уровень рентабельности (5-6 процентов) и производительности труда. Имеющийся технологический разрыв в сравнении с экономически развитыми странами оценивается специалистами в 15-20 лет. Организациями используются материалоемкие и ресурсоемкие технологии, что влечет за собой удорожание продукции и снижение ее конкурентоспособности. Традиционные факторы повышения производительности труда и конкурентоспособности продукции уже исчерпали свой потенциал.

Решение этой задачи в перспективе связано с внедрением в сельскохозяйственное производство прорывных инновационных технологий и новейших научных разработок, призванных вывести сельскохозяйственные организации на качественно новый уровень.

Производство машин и оборудования является наиболее значимым сектором, обеспечивающим технологическое развитие экономики республики и обеспечивающий агропромышленный комплекс средствами производства на основе высокоточных автоматизированных информационных технологий, базирующихся на использовании высокопроизводительных средств механизации с широким применением робототехнических устройств, приборов и микропроцессорных систем для управления работой машин и агрегатов, а также с переходом от механических на гидрофицированные и электрифицированные приводы и электрогидравлические средства управления ими [4, 5, 6].

Обновление и оптимизация машинно-тракторного парка в Республике Беларусь осуществляется на фоне неблагоприятных тенденций в обеспечении сельхозтоваропроизводителей сельскохозяйственной техникой, которые характеризуются значительным (в 2-3 раза) превышением доли списываемой сельскохозяйственной техники над его обновлением. Положение усугубляется тем, что более 50 % машинно-тракторного парка и оборудования для ферм выработало свой срок службы и требует повышенных затрат на поддержание его в работоспособном состоянии. Из-за нарушений технологии возделывания сельскохозяйственных культур и

обслуживания животных, растет себестоимость, соответственно снижается рентабельность производства.

В соответствии с существующими, а также внедряемыми перспективными ресурсосберегающими технологиями возделывания сельскохозяйственных культур основную часть подвижной техники составляют тракторы и самоходные сельскохозяйственные машины, парк которых с каждым годом сокращается.

По состоянию на 1 января 2017 года в организациях агропромышленного комплекса республики эксплуатируется около 42,7 тыс. тракторов различной мощности, из них 5,9 тыс. тракторов мощностью 250 л.с. и более, 9,9 тыс. зерноуборочных и 4,2 тыс. кормоуборочных комбайнов, 3,3 тыс. комбинированных почвообрабатывающих и 4,0 тыс. почвообрабатывающих посевных агрегатов, а также другая сложная сельскохозяйственная техника. Обеспеченность хозяйств техникой с учетом ее изношенности на сегодняшний день составляет порядка 75 %, а по некоторым позициям не превышает 50 % от научно обоснованной [7, с. 5-10].

Требуется не просто замена имеющихся машин на новые, а обновление парка техническими средствами, обеспечивающими существенный рост производительности труда, экономию топлива и энергии, создание оптимальных условий для возделывания сельскохозяйственных культур и, в конечном итоге, реализацию инновационных технологий производства продукции.

Целенаправленное и научно-обоснованное оснащение организаций агропромышленного комплекса современной сельскохозяйственной техникой и обмундованием в рамках реализации республиканских программ позволило частично решить вопрос о техническом оснащении субъектов хозяйствования. В тоже время, обеспеченность хозяйств техникой с учетом ее изношенности на сегодняшний день составляет порядка 75%, а по некоторым позициям не превышает 50 % от научно обоснованной. В структуре себестоимости сельскохозяйственной продукции около 50 % затрат приходится на эксплуатацию машинно-тракторного парка [8].

Последнее время уделено значительное внимание развитию «интеллектуального» или «точного» сельского хозяйства, которое основано на применении автоматизированных систем принятия решений, комплексной автоматизации и роботизации производства. Все это предполагает минимизацию использования внешних ресурсов (топлива, удобрений и агрохимикатов) при максимальном задействовании локальных факторов производства (возобновляемых источников энергии, биотоплив, органических удобрений и т.д.).

Одними из основных сельскохозяйственных растений, производимых в Республике Беларусь, являются зерновые культуры. Около 86 % посевной площади занимают зерновые, зернобобовые и кормовые

сельскохозяйственные культуры, технические – 7 %, картофель и овощи – 6 % [9].

При этом удельные затраты труда на производство зерна в республике составляют не менее 4,8 чел.-ч/т, картофеля – 10,3 чел.-ч/т, сахарной свеклы – 1,3 чел.-ч/т, сена – 5,03 и сенажа – 0,42 чел.-ч/т, кукурузы на силос – 0,65 чел.-ч/т, овощей открытого грунта – 19,2 чел.-ч/т. Затраты энергоресурсов и условного топлива на производство зерна составляют соответственно 10,6 кВт·ч/т и 14,0 кг у.т/т, картофеля – 6,8 кВт·ч/т и 9,6 кг у.т/т, сахарной свеклы – 0,12 кВт·ч/т и 2,0 кг у.т/т, сена – 0,21 кВт·ч/т и 1,3 кг у.т/т, сенажа – 0,20 кВт·ч/т и 1,3 кг у.т/т, кукурузы на силос – 0,16 кВт·ч/т и 1,9 кг у.т/т, овощей открытого грунта – 11,3 кВт·ч/т и 10,3 кг у.т/т, что в 1,3...1,5 раза выше, чем в европейских странах [9].

Потребность Республики Беларусь в зерновых сельскохозяйственных растениях для обеспечения продовольственных нужд (хлебопечение, производство спирта и пивоварение) составляет 1,6 млн. тонн, семенной фонд с учетом страхового фонда – 0,8 млн. тонн, потребность общественного животноводства (для производства 9,2 млн. тонн молока и 1,8 млн. тонн мяса скота и птицы) – 7,6 млн. тонн.

Индикатором развития зернового подкомплекса является достижение к 2020 году производства зерна в объеме не менее 10 млн. тонн при урожайности зерновых не менее 41 центнера с гектара [10].

Площадь сельскохозяйственных угодий республики составляет более 8,5 млн. гектаров (42 % земельного фонда страны), из них пашня – 5,6 млн. гектаров, 68,6 % которых расположены на легких супесчаных и песчаных почвах, имеющие при этом постоянный дефицит влаги (600-700 м³/га) и подвержены ветровой эрозии. Кроме этого, 29,8 % площади пахотных земель расположена на склонах, где широко распространена водная эрозия. Особую группу почв (70,4 тыс. га) составляют тяжелые по гранулометрическому составу почвы, содержащие 25 % и более физической глины (частицы размером менее 0,1 мм) и характеризующиеся неудовлетворительными водно-физическими свойствами. Почвы республики в большинстве своем относятся к не высокоплодородным [9].

Для достижения поставленных целей первостепенная задача на современном этапе состоит в повышении уровня технической оснащенности производства, эффективности использования сельскохозяйственных машин и оборудования, организации их сервиса, кадровой обеспеченности, в том числе инженерно-техническими работниками.

Несмотря на достигнутые результаты в производстве сельскохозяйственной продукции уровень затрат на ее получение в 1,3-1,5 раза выше, чем в европейских странах. Поэтому требуется не просто замена имеющихся машин на новые, а обновление парка техническими средствами, обеспечивающими существенный рост производительности труда, экономию топлива и энергии, создание оптимальных условий для возделывания

сельскохозяйственных культур и, в конечном итоге, реализацию инновационных технологий производства продукции.

Это подтверждается принятием Государственной программой развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016-2020 годы в области механизации сельского хозяйства подпрограммы «Техническое переоснащение и информатизация агропромышленного комплекса», в которой основной акцент сделан на техническое переоснащение и информатизацию агропромышленного комплекса страны, переход на ведение электронного сельского, предусматривающий концептуализацию, проектирование, разработку, оценку и применение инновационных способов использования информационно-коммуникационных технологий в сельском хозяйстве.

В рамках реализации подпрограммы планируется [10]:

- обеспечить энерговооруженность труда в организациях на уровне не менее 75 л.с.;

- увеличить до 30-35 % использования широкозахватных почвообрабатывающих и почвообрабатывающих посевных агрегатов, машин для внесения минеральных и известковых материалов, косилок блочно-модульного типа, большегрузных машин для внесения твердых и жидких органических удобрений;

- внедрение современных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, обеспечение снижения трудовых затрат до 50 % и себестоимости механизированных работ – на 10-15 %.

Следует отметить, что развитая материально-техническая база является индикатором состояния агропромышленного комплекса любой страны. Высокая механизация труда – залог роста объемов и качества производимой сельхозпродукции. Это наиболее актуально на фоне тенденции постоянного уменьшения численности работников сельского хозяйства, что также подчеркивает важность механизации технологических процессов и оснащения предприятий современной высокопроизводительной техникой в перспективе.

Естественным является на современном этапе внедрение в сельскохозяйственное производство республики ресурсосберегающих технологий «точного земледелия» и «точного животноводства», обеспечивающих управление производственным процессом посредством применения информационных технологий, автоматизированных и роботизированных систем, снижения доли влияния человеческого фактора.

Вывод. Государственной программой развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016-2020 годы в области механизации сельского хозяйства в рамках подпрограммы «Техническое переоснащение и информатизация агропромышленного комплекса», основной акцент сделан на техническое переоснащение и информатизацию агропромышленного комплекса страны, переход на ведение электронного сельского.

На фоне тенденции постоянного уменьшения численности работников сельского хозяйства особую важность приобретает механизация технологических процессов и оснащение предприятий современной высокопроизводительной техникой, а также внедрение в сельскохозяйственное производство республики ресурсосберегающих технологий «точного земледелия» и «точного животноводства».

Реализация подпрограммы позволит достичь уровня оснащенности сельскохозяйственных организаций эффективными машинами и оборудованием для растениеводства и животноводства до 70%, повысить производительность труда на выполнении основных технологических операций в 1,5-1,7 раза и снизить при этом на 30-35% уровень ресурсоэнергопотребления на производство единицы продукции.

Литература

1. Заяц, Л.К. Решение проблем производства кормового белка – важнейший резерв укрепления аграрной экономики / Л.К. Заяц // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 1. – С. 3-5.

2. Огородников, П.И. Основные направления научно-технического прогресса в сельском хозяйстве / П.И. Огородников, Е.П. Огородникова, Т.В. Кротова // Экономика региона. – Приложение к № 2. – 2008. – С. 194-199.

3. Мясникович, М.В. Эволюционные трансформации экономики Беларуси / М.В. Мясникович. – Минск: Беларуская навука, 2016 – 321 с.

4. Яковчик, С.Г. Научные инновации в области механизации сельского хозяйства Республики Беларусь / С.Г. Яковчик, Н.Г. Бакач, Ю.Л. Салапура // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве. Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Казахстана, Монголии, Беларуси и Болгарии: материалы Междунар. науч.-техн. конф. (Минск, 19–21 окт. 2016 г.) в 2 т. / редкол.: П. П. Казакевич (гл. ред.), С. Н. Поникарчик. – Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2016. – Т. 1. – С. 3–6.

5. Измайлов, А.Ю. Автоматизированные информационные технологии в производственных процессах растениеводства / А.Ю. Измайлов, В.К. Хорошенко // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2010. – № 4. – С. 3-9.

6. Рунов, Б.А. Применение робототехнических средств в АПК / Б.А. Рунов // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2016. – № 2. – С. 44-47.

7. Наличие сельскохозяйственной техники, машин, оборудования и энергетических мощностей в Республике Беларусь на 1 января 2017 года. Статистический сборник. – Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2017 – 56 с.

8. Клочков, А. Тракторный парк Беларуси: проблемы и тенденции / А. Клочков // Белорусское сельское хозяйство. – 2016. – № 12. – С. 68-70.

9. Сельское хозяйство Республики Беларусь. Статистический сборник. – Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2016 – 229 с.

10. Государственная программа развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы: утверждена постановлением Совета Министров Республики Беларусь 11.03.2016 №196. – Минск: Беларусь, 2016. – 96 с.

Анотація.

У статті представлені основні напрямки науково-технічного прогресу в галузі механізації сільського господарства Республіки Білорусь на сучасному етапі. Представлена тенденція розвитку сільського господарства, в якій відображено створення конкурентоспроможного, стійкого й екологічно безпечного виробництва сільськогосподарської продукції, що забезпечує внутрішні потреби країни і нарощування експортного потенціалу. Наведено показники технічного оснащення сільськогосподарських підприємств республіки і напрямки розвитку.

Summary.

The main directions of scientific and technical progress in the field of mechanization of agriculture of Republic of Belarus at the present stage are presented in article. The tendency of development of rural economy in which creation of the competitive, steady and ecologically safe production of agricultural production providing internal needs of the country and accumulation of the export potential is reflected is presented. Indicators of hardware of the agricultural enterprises of the republic and the direction of development are given.

СИСТЕМНА СТРУКТУРИЗАЦІЯ ПРОЕКТНО-ОРІЄНТОВАНИХ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДОЛОГІЇ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ IDEF0.

В. Кравчук, д-р техн. наук, проф., чл.-кор. НААН України,
УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого
О. Митрофанов,
Південно-Українська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

У статті представлені підходи до структуризації складних багатофункціональних наукових досліджень на основі побудови процесів досліджень з використанням IDEF0 моделювання. Функціональні моделі процесів представлені у вигляді функціональних блоків, сполучених між собою і навколишнім середовищем вхідними, вихідними, керівними та ресурсними інформаційними та матеріальними потоками. Структуризація процесів наукових досліджень як функціональних блоків дозволяє чітко визначити сферу діяльності, повноваження і відповідальність кожного підрозділу (творчого колективу). Застосування IDEF0 моделювання для опису процесів наукових досліджень дозволяє використати досвід наукових досліджень та розробки проектів «АгроОлімп» для різних об'єктів досліджень та проектних побудов.

Ключові слова: *проекти техніко-технологічних рішень, моделі процесів, IDEF0 моделювання, функціональний блок, діаграма процесу.*

Вступ. Агропромислове виробництво, зокрема рослинництво, характеризується значною інваріантністю підходів до вирішення завдань виробництва і досягнення його ефективності, наявністю впливів випадкових та непереборних факторів. Ці особливості значно утруднюють завдання створення успішних та ефективних засобів механізації виробничих процесів у рослинництві та приводять до строкатості і дуже широкої номенклатури технічних рішень. У таких умовах досягнення ефективності рішень чи то в агротехнологіях, чи то в агротехніці – можливе тільки на базі системних підходів.

Ця об'єктивна вимога в часи СРСР привела до створення системи машиновипробувальних станцій (МВС) у різних ґрунтово-кліматичних зонах Союзу, а пізніше – до створення постійно діючої з періодичним оновленням «Системи машин для комплексної механізації сільськогосподарського виробництва». Створені системи чітко регулювали номенклатуру і характеристики машин відповідно до регіональних (зональних) агротехнологій, закритого внутрішнього ринку Союзу, що спрощувало

сільгоспвиробникам вибір та планування оновлення МТП, а виробникам сільгосптехніки – напрямків розвитку своєї продукції.

У теперішні часи сільгоспвиробники України мають повний доступ до впровадження агротехнологій світового досвіду та техніки світових виробників, але крім позитиву цього процесу виникає багато ускладнень вибору оптимальних рішень із величезного різноманіття технологій і техніки, та випадків суттєвих інвестиційних втрат у разі помилкових рішень.

Державна наукова установа УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого разом з регіональними (зональними) філіями: Львівською, Південно-Українською та Харківською – продовжила на Україні місію колишніх МВС Радянського Союзу, та розширила сферу їхньої наукової діяльності в напрямках досліджень та оптимізації застосування агротехнологій та відповідно до них – комплексів машин (машинно-тракторних парків - МТП).

Наукові дослідження у цьому напрямку, і, як наслідок – техніко-технологічні рішення здобули в інституті умовну назву: проект «АгроОлімп». Розробка інститутом пілотного проекту «АгроОлімп-150» викликала широкий позитивний відгук у фахівців різних галузей господарського комплексу України – сільгоспвиробництва, сільгоспмашинобудування, матеріально-технічного постачання АПК та ін.

Відповідно до зональної спеціалізації, Південно-Українською філією інституту протягом 2011-2016 років проведені дослідження та розроблені проекти оптимальних техніко-технологічних рішень для вирощування продукції рослинництва:

- «АгроОлімп-Степ 200» - для вирощування продукції рослинництва в багарних умовах Півдня України, для типового господарства середнього рівня ресурсозабезпечення, площею 3000 га;

- «АгроОлімп-Степ 300» - для вирощування продукції рослинництва в багарних умовах Півдня України, для типового господарства високого рівня ресурсозабезпечення, площею 7000 га;

- «АгроОлімп Зрошення» - для вирощування продукції рослинництва на Півдні України в умовах зрошеного землеробства (міжінститутські НДР: УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого – ІЗЗ НААНУ) [1].

Досвід виконання згаданих проектно-орієнтованих НДР висвітлив (проявив) проблеми налагодження взаємозв'язаних прямими і зворотними зв'язками робіт та досліджень різного характеру та напрямків, різними структурними підрозділами та творчими колективами.

Мета досліджень. Створити методичні підходи до системного розподілу наукових задач та практичних завдань між структурними підрозділами та творчими колективами дослідників шляхом виділення функціональних блоків та інтеграції взаємодійних зв'язків, проміжних та кінцевих результатів досліджень. Створити алгоритм досліджень та розробки проектів оптимальних техніко-технологічних рішень для вирощування товарної продукції рослинництва.

Аналіз джерел.

Історія створення методу функціонального моделювання описана в цілому ряді джерел [2, 3].

Методологія IDEF0 базується на підходах, розроблених Дугласом Т. Россом на початку 70-х років минулого століття, які держали назву SADT (Structured Analysis & Design Technique) – метод структурного аналізу і проектування. Основу методології IDEF0 складає графічна мова опису (моделювання) систем. Методологія знайшла широке застосування в проектах ВПС США та інших проектах, як наприклад – побудові систем менеджменту якості за стандартами серії ISO 9001.

У Російській Федерації ця методологія викладена в керівному документі 50.1.028-2001[4].

Основні принципи побудови графічних моделей згідно зі вказаним керівним документом такі.

Основний елемент графічного зображення модельованої функції (процесу) – функціональний блок представлений як прямокутник з описом модельованої функції та смисловим призначенням кожної зі сторін прямокутника (інтерфейсів):

- лівої – вхідні потоки;
- правої – вихідні потоки;
- верхньої – потоки керування (обмеження);
- нижньої – потоки механізмів (ресурсів) (рис. 1).

На рисунку 2 представлені функції стрілок (інтерфейсних дуг), які є носіями потоків (інформаційних, матеріальних та ін.).

На рисунку 3 представлений принцип декомпозиції – деталізації контекстної діаграми та функціональних блоків дочірніми діаграмами.



Рисунок 1 – Функціональний блок – основний елемент опису системи (процесу)

Интерфейсная дуга



Стрелки входа может не быть. Остальные интерфейсные дуги обязательны.

Рисунок 2 – Функції вхідних та вихідних стрілок (інтерфейсних дуг)

Декомпозиция

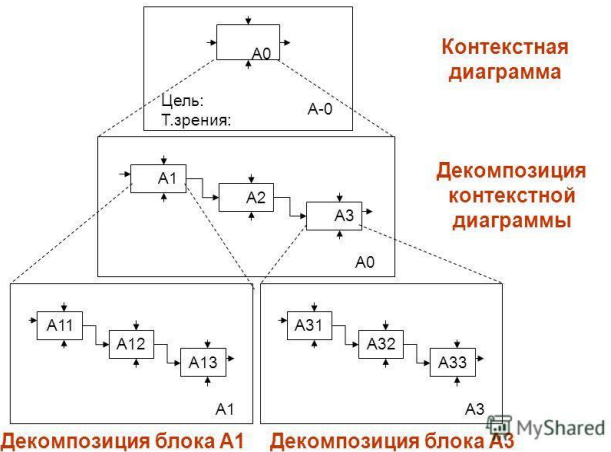


Рисунок 3 – Принцип декомпозиції (деталізації) контекстної діаграми та функціональних блоків

Контекстна діаграма – первинний функціональний блок з вказівкою узагальненої функції та описом його взаємодії з навколишнім середовищем.

Контекстна діаграма містить формулювання мети та точки зору розробника системи (процесу).

Основний виклад.

З формальної точки зору завдання розроблення алгоритму проектно-орієнтованих досліджень, тобто визначення порядку взаємодії складних систем (інформаційних потоків, наукового досвіду, результатів цільових досліджень і випробувань процесів та об'єктів), в основному полягає у відображенні послідовності та взаємодії множин вхідних параметрів систем та трансформованих систем, вихідних параметрів, які містять нові знання, функції та можливості систем, процесів та об'єктів, які досліджуються. Для складання алгоритму на основі побудови моделей процесів використані матеріали та досвід розробки проектів оптимальних техніко-технологічних рішень «АгроОлімп Зрошення», як найбільш складних проектів.

Розробка алгоритму процесів досліджень та розробки проектів «АгроОлімп Зрошення» виконана побудовою функціональних моделей з використанням принципів IDEF0 моделювання.

Контекстна діаграма (АО) моделювання процесів досліджень та розробки оптимальних техніко-технологічних рішень наведена на рисунку 4.



Рисунок 4 – Контекстна діаграма моделювання процесів проекту «АгроОлімп Зрошення»

Декомпозиція контекстної діаграми складається з таких функціональних блоків:

- A1 – Визначити вхідні вимоги до розробки проектів;

- A2 – Розробити проект технологічних рішень вирощування продукції рослинництва на зрошенні;
- A3 – Розробити проект технічного забезпечення агротехнологій випробування продукції рослинників;
- A4 – Розробити проект потужного водозабезпечення вирощування продукції рослинництва на зрошенні;
- A5 – Визначити прогнозно-економічні показники проектів та їхніх складових частин.

Взаємозв'язок указаних функціональних блоків, їхні вхідні, вихідні потоки, обмеження, керування та ресурси представлені на рисунку 5.

Формат публікації цієї статті, на жаль, не надає можливість представити вказані матеріали в розбірливій для читання формі. З моделями процесів та взаємозв'язками функціональних блоків можливо ознайомитися у додатку G [1].

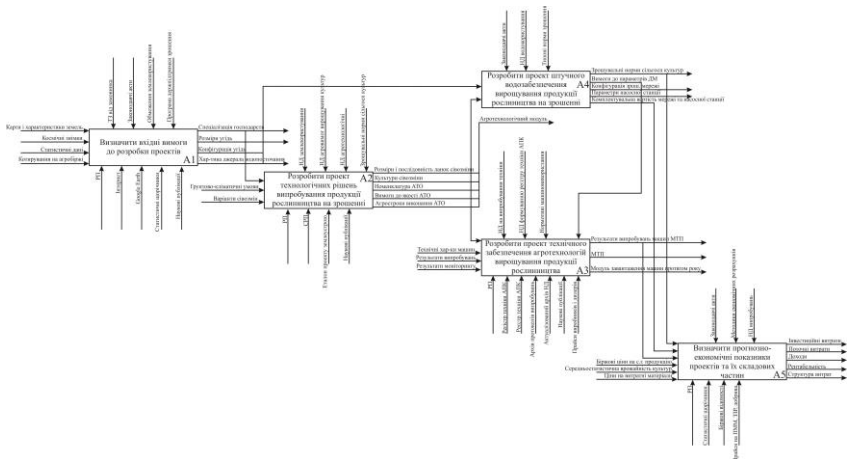


Рисунок 5 – Функціональна діаграма процесів розробки проектів «АгроОлімп Зрошення»

Також у додатку G представлена декомпозиція (деталізація) функціональних блоків A1-A4.

Виділення функціональних блоків процесів досліджень та розробки проектів з використанням IDEF0 методології дозволило чітко розподілити завдання виконавцям НДР (функціональним підрозділам та творчим колективам) та, відповідно до специфіки і спеціалізації робіт, визначити відповідальних виконавців кожного процесу, встановити міжпроцесні інформаційні потоки, їх статус та взаємодію, визначити вихідні параметри процесів та проектів.

Висновки.

1. Структуризація процесів наукових досліджень як функціональних блоків дозволяє чітко визначити сферу діяльності, повноваження і відповідальність кожного підрозділу (творчого колективу), вхідні і вихідні інформаційні потоки, потоки керування (обмеження) і ресурсів та взаємозв'язок між інформаційними потоками функціональних блоків.

2. Застосування IDEF0 моделювання для опису процесів наукових досліджень дозволяє використати досвід наукових досліджень та розроблення проектів «АгроОлімп» та застосувати алгоритм розроблення оптимальних техніко-технологічних рішень на виконання завдань аналогічного характеру – для різних об'єктів досліджень та проектних побудов.

3. Важливо мати на увазі, що розроблений алгоритм (модель) – не єдине джерело знань про об'єкти чи процеси. Процес моделювання «занурений» в більш загальний процес пізнання, тому, для успішного застосування розробленого алгоритму відносно аналогічних науково-практичних рішень, потрібні відповідні знання і досвід фахівців та наявність і доступ до спеціальних баз даних результатів досліджень і випробувань в галузях агротехнологій та машиновикористання.

Література

1. Міжінститутські дослідження і розробка проектів оптимальних техніко-технологічних рішень для вирощування сільськогосподарської продукції на зрошенні. Звіт про НДР: ДНУ УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого, Південно-Українська філія; Держреєстрація № 0114U004220, обліковий № 0217U000852, Херсон, 2016 р, 183 стор.

2. Бистерфельд О.А. Методология функционального моделирования IDEF0. Учебно-методическое пособие. Рязанский гос. университет им. С.А. Есенина. Рязань, 2008, 48 с

3. Доронина Ю.В, Первухина Е.Л, Доронина Е.Б. «Формализация процесса организации научных исследований на основе методологии функционального моделирования», журнал «Информатизация образования и науки», № 1 (33), 2017, Москва, ГосНИИИТТ.

4. Рекомендации по стандартизации «Методология функционального моделирования». Р 50.1.028-2001, Госстандарт, РФ, Москва

Аннотация.

В статье представлены подходы к структуризации сложных многофункциональных научных исследований на основе построения процессов исследований с использованием IDEF0 моделирования. Функциональные модели процессов представлены в виде функциональных блоков, соединенных между собой и окружающей средой входными,

исходными, управляющими и ресурсными информационными и материальными потоками. Структуризация процессов научных исследований в виде функциональных блоков позволяет четко определить сферу деятельности, полномочие и ответственность каждого подразделения (творческого коллектива). Применение IDEF0 моделирования для описания процессов научных исследований позволяет использовать опыт научных исследований и разработки проектов "Агроолимп" для разных объектов исследований и проектных построений.

Summary.

In article approaches to structurization of complex multipurpose scientific researches are submitted on the basis of construction of processes of researches with use IDEF0 modelling. The functional models of processes are submitted as the functional blocks connected among themselves and an environment by entrance, initial, managing both resource information and material torrents. Structurization of processes of scientific researches as the functional blocks allows to define precisely a field of activity, power and the responsibility of each subitem (creative collective). Application IDEF0 for the description of processes of scientific researches allows to make use of modelling experience of scientific researches and developments of projects "Agro-Olympus" for different objects of researches and design constructions.

К ИСТОРИИ СТАТИСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ В СИСТЕМЕ МАССОВОГО ПРОИЗВОДСТВА ТЕХНИКИ

В. Рублёв, *д-р. техн. наук, проф.*,

Белоцерковский национальный аграрный университет

Показано значение статистического контроля в управлении качеством продукции. Он рассматривается как фактор эффективного управления качеством. Его использование в массовом производстве рассматривается с шестидесятих годов двадцатого столетия. Это касается опыта США, международной системы управления качеством, использования статистического контроля в прошлом Советского Союза, и современного периода производства сельскохозяйственной техники. Обоснованы направления применения статистического контроля в современный период. Показана их реализация на целой группе сельскохозяйственных машин.

Ключевые слова: *статистический контроль, сельскохозяйственная техника, производство, управление качеством, качество, детали, показатели качества.*

Вступление.

Статистический контроль, как практическая реализация математической статистики приобрёл важное значение в период создания массового производства. Выборочный контроль в пределах трёх единиц продукции не обеспечивал достоверность оценки [1]. Сплошной контроль – трудоёмкий и характеризуется низкой оперативностью. Оперативность и достоверность контроля достигается использованием статистического контроля [2]. Однако, инерционность написания технических условий на производство техники и на настоящий период регламентирует выборочный контроль в пределах 2% от объёма суточной партии. При суточной партии машин равной 50 штук контролируется одна машина.

В тоже время, показана эффективность использования статистического контроля в системе управления качеством. Как составная управления качеством он оперативно обеспечивает стабилизацию величины показателей качества.

Это подтверждается международной практикой управления качеством продукции [3] (рис. 1). График наглядно иллюстрирует преимущество управления качеством перед контролем на примере обеспечения качества новых изделий.

Показано значение статистического контроля в управлении качеством продукции. Он рассматривается как фактор эффективного управления

качеством. Его использование в массовом производстве рассматривается с шестидесятых годов двадцатого столетия. Это касается опыта США [4], международной системы управления качеством, использования статистического контроля в прошлом Советского Союза [5-7], и современного периода производства сельскохозяйственной техники [8, 9].



N – число отказов за год; 1- кривая отказов в условиях управления качеством; 2- кривая отказов в условиях системы контроля качества; 3- кривая отказов в условиях отсутствия системы управления качеством

Рисунок 1 – Зависимость отказов от срока действия управления качеством

В соответствии с международными стандартами ISO 9001-2009 [10] ДСТУ ISO 9001-2009 [11], ISO 9004-2001 [12], ДСТУ ISO 9001-2009 [13] статистический контроль является условием организации управления качеством продукции.

Официальное признание статистический контроль получил в шестидесятые годы 20 столетия. В США был разработан стандарт для продукции оборонного значения "Military standard. Sampling procedures and tables for inspection by attributes" MIL-STD-105D 29 April 1963. Superseding MIL-STD-105C 18 July 1961 [4].

Было логично, так как оборонная промышленность, выполняя задачи государственного значения, изготавливала продукцию массового производства. Это требовало более эффективных методов контроля по достоверности и оперативности его выполнения.

Массовое производство техники в СССР началось также в 60-70 годы. Особенно это просматривается на производстве автомобилей и в целом сельскохозяйственной техники. Был разработан целый ряд нормативных документов посвящённых статистическому контролю

В 1971 году статистический контроль был нормирован в ГОСТ 16768-71 "Детали автомобилей, тракторов и сельскохозяйственных машин. Статистический приёмочный контроль качества. Правила приёмки"[6]. Сформулированы общие положения по проведению статистического контроля, в том числе: планы контроля с учётом приёмочного уровня дефектности и таблиц по обоснованию объёма выборки, приёма и выбраковки партий изделий. Описаны виды дефектов с обобщенными характеристиками. Они разделены на две группы контролируемых показателей: по органолептическим свойствам и линейно - угловым измерениям.

Более детально они были описаны в ГОСТ 16768-81 "Детали автомобилей, тракторов и сельскохозяйственных машин. Статистический контроль качества партии продукции. Схема контроля"[7].

Сопоставление ГОСТ 16768-71 с MIL-STD-105D показал, что он уступает второму по детализации планов контроля с учётом значений приёмочного уровня "q" и видов планов контроля. В первом случае рассматривается величина "q =1" и "q =4". Во втором она находится в пределах от "q =0,010" до "q =1000". Он более универсальный по оценке качества изделий с разным количеством и видов дефектов на 100 машин. В этом случае не пропускаются изделия даже с незначительными дефектами.

В это время был разработан ГОСТ 18242 -72 [14]. Он также содержит таблицы планов контроля, их реализацию и обоснование. В целом ГОСТ18242-72 содержит некоторые аналогичные фрагменты таблиц планов контроля стандарта MIL-STD-105D.

Разработанный стандарт ГОСТ18242-72 предназначен был для применения при контроле широкого ассортимента изделий массового производства. Он был использован при производстве обуви, белья, ёмкостей и крышек для консервации мясо - рыбной продукции и других изделий массового производства.

Однако, эти нормативные документы не нашли широкого применения при оценке технического состояния сельскохозяйственной техники.

Для решения задачи по обеспечению внедрения статистического контроля для оценки технического состояния сельскохозяйственной техники были выполнены исследования.

Методика исследования: Исследования выполнялись на основе патентно - информационного поиска [15] с использованием морфологического анализа [16].

Результаты исследований.

При информационном поиске были проанализированы вышеназванные документы и публикации этого направления. По результатам анализа была составлена таблица 1.

Применение статистического контроля с большим объёмом выборки, по сравнению с традиционным - 2%, способствовало признанию возможности

наличия дефектных изделий при их изготовлении. Об этом умалчивалось и скрывалось под лозунгом: "Всё советское качественное". Для изделий машиностроения появилось понятие запасной детали: "Запасная деталь – это деталь, которая после доработки подлежит использованию при ремонте машины". По факту это комплектующая деталь, которая входит в нормированный состав ЗИП машины. Однако, она не всегда была пригодна для установки на машину без её ремонта. Это, к сожалению наблюдается и сейчас.

В 1985 году ВНИИМОЖ (ВНИИ для испытания машин и оборудования для животноводства и кормопроизводства) совместно с Управлением организации снабжения Госкомсельхозтехники УССР под руководством Мостовика В.В. была выполнена работа. Её результаты описаны в литературе [17]. Были разработаны карты контроля девяти групп сельскохозяйственных машин [18]. Они применялись на областных базах материально-технического снабжения Украины в созданных лабораториях контроля качества при цехах досборки и предпродажного обслуживания с объёмом работ до 1000 машин в год. Введение статистического контроля позволило защитить сельское хозяйство Украины от поставки некачественной техники

Таблица 1 - Результаты анализа нормативных документов по использованию статистического контроля

Анализируемые показатели	Объекты анализа					
	Military standard	ГОСТ-71	ГОСТ-81	ГОСТ 18242	У	Карты контроля
1.Наличие q	+	+	+	+	-	+
2.Величина q 0÷1000	+	-	-	+	-	+ q= 0÷400
3.Величина q 1÷4	+	+	+	+	-	+
4.Виды контроля						
4.1.Органолептический	+	+	+	+	+	+
4.2.Инструментальный	-	+	+		+	+
5.Методы контроля						
5.1.Статистический	+	+	+	+	-	+
5.2.Единичный	-	-	-	-	+	
6.Алгоритм контроля						
6.1.Статистический	+	+	+	+	-	+
6.2.Единичный	-	-	-	-	+	

Применение статистического контроля при оценке качества сельскохозяйственной техники на предприятиях материально-технического снабжения объясняется более широкой номенклатуры контролируемых показателей с приемочным уровнем дефектности $q = 0 \div 400$ (таблица 2). В этом случае учитывались и малозначительные дефекты, которых было неограниченное количество. К малозначительным дефектам с $q = 150 \div 400$ были указаны дефекты защитных покрытий и расположение маркировочных таблиц на машине, а также элементы дизайна – сочетание цвета краски отдельных деталей.

К картам контроля прилагалась классификация традиционных дефектов по каждой группе машин. При составлении карт контроля с дифференцированной номенклатурой контролируемых показателей их количество для отдельных групп машин составило: для плугов - 141, культиваторов - 508, посевных машин - 195, зерноуборочных комбайнов - 313, кормоуборочных и силосоуборочных машин - 531, автомобилей - 389, прицепов - 117, тракторов - 382. Разработанные рекомендации с описанием алгоритма выполнения контроля и плакатами дефектов упрощают их поиск и уменьшают до минимума трудоёмкость [19-26].

Выводы. Анализ нормативных документов по статистическому контролю сельскохозяйственной техники показал, что основным недостатком в их использовании на практике является отсутствие детализации её дефектов и, соответственно, отсутствие их приёмочного уровня дефектности. Это было устранено при разработке карт контроля на предприятиях материально-технического снабжения.

Показана целесообразность применения статистического контроля для деталей, которые находятся на каждой машине от нескольких десятков до 100 и больше. Это детали разъёмных соединений и рабочие органы. Тоже относится к видам сварных соединений и лакокрасочным и защитным покрытиям по их детализации.

Таблица 2 – Номенклатура нормированных контролируемых показателей

Контролируемые показатели		ТУ, наличие		Карты контроля наличие	
		показателя	q	показателя	q
1	2	3	4	5	6
Шифр	Назва групп показателей				
00000	Общесистемные показатели	+		+	+
000100	Комплектность и качество сопроводительной документации	+	-	+	+
000110	Комплектность машины	+	-	+	+
000120	Качество маркировки	+	-	+	+
000130	Качество упаковки	+	-	+	+
000140	Целостность упаковки	+	-	+	+
000150	Качество защитных покрытий	+	-	+	+
000160	Качество сварочных соединений	+	-	+	+
000180	Монтажепригодность	+	-	+	+
000190	Качество разъёмных соединений	+	-	+	+
000001	Системные показатели	+	-	+	+
001100	Несущая система				
001200	Рама	+	-	+	+
00200	Корпус	+	-	+	+
003000	Двигатель	+	-	+	+
003110	Система охлаждения	+	-	+	+

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
003120	Электрооборудование	+	-	+	+
003130	Система питания	+	-	+	+
004000	Ходовая часть	+	-	+	+
005000	Рабочие органы	+	-	+	+
006000	Система привода	+	-	+	
007000	Кабина	+	-	+	+
008000	Оперение	+	-	+	+

Примечание [9]: общесистемные показатели - характерные для всех систем машины; системные показатели – показатели для отдельных систем машины.

Перспектива усовершенствования документации по изготовлению и испытанию сельскохозяйственной техники до уровня стандартов ИСО серии 9000 и, соответственно, её качества и оценки предусматривает использование статистических методов контроля.

Литература

1. Рубльов В.І. Концепція і науково-технічні основи забезпечення якості сільськогосподарської техніки при поставці (в умовах ринкової економіки). Докт. Дисерт. Київ. – 2001. -400с.

2. Рубльов В.І., Войтюк В.Д. Управління якістю технічного сервісу і сільськогосподарської техніки при постачанні: Посібник: За ред. проф. Рубльова В.І.-К.: Видав. НАУ, 2006 р. –227 с. с іл.

3. Feigenbaum A.V. Total Quality – the Key to Effectiveness of Modern Economy // 32-d EOQC/ Annual Conference Proceedings.-Geneva? 1988/-P/49/

4. Military standard. Sampling procedures and tables for inspection by attributes. MIL-STD-105D 29 April 1963/ Superseding MIL-STO-105C 18 July 1961.

5. Управление качеством продукции. Справочник./Под ред. В.В.Бойцова, А.В.Гличева. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 464 с.

6. 16768-71. Детали автомобилей, тракторов и сельскохозяйственных машин. Статистический приёмочный контроль качества. Правила приёмки.

7. ГОСТ 16768-81. Детали автомобилей, тракторов и сельскохозяйственных машин. Статистический контроль качества партии продукции. Схема контроля.[

8. Рубльов В.І., Войтюк В.Д., Михайлович Я.М., Денисенко М.І., Девятко О.С. Якість, стандартизація, метрологія та сертифікація сільськогосподарської техніки: Посібник. За ред. проф. Рубльова В.І.-К.: Полтава. ФОП Крюков Ю.С.. 2014 р. –288 с.

9. Рубльов В.І. Структуризація будови сільськогосподарських машин як напрям обґрунтування її ресурсу// Техніка і технології АПК.- №3.-2017 р. – С.6-10.

10. ISO 9001:2008 Quality management systems - Requirements (Системи управління якістю. Вимоги).

11. ДСТУ ISO 9001:2009. Система управління якістю. Вимоги. (ISO 9001:2008, IDT)

12. ISO 9004:2009. Managing for the sustained success of an organization — A quality management approach.

13. ДСТУ ISO 9004-2012 (ISO 9004-2009). Управління задля досягнення сталого успіху організації. Підхід на основі управління якістю

14. ГОСТ 18242-72. Статистический приемочный контроль по альтернативному признаку. Планы контроля.

15. ДСТУ 3575-97 Патентні дослідження. Основні положення та порядок проведення

16. Рублёв В.И., Судакова Т.В., Саклакова Е.В. Основы научных исследований в области экономики и управления на транспорте. Учебное пособие. СевКавГТУ, г. Ставрополь. -2003.-200 с.

17. Рублёв В.И., Мостовик В.В. Государственный контроль качества сельскохозяйственной техники. –К.:Урожай, 1989ю -184 с.

18. Рекомендации по организации входного контроля и карты контроля сельскохозяйственной техники: В трех частях / В.И.Рублев, А.Е.Баженов, В.И.Халабузарь и др. / Белоцерков. с.-х. ин-т.-К.:Главное управление материально-техн. снабжения Госагропрома УССР, 1990. - Ч.1.-188 с.-Ч.2.-187 с.- 1992. - Ч.3.-78 с.

19. Рекомендації щодо контролю технічного стану плугів типу ПЛН. К.:МАП, НУБіП -2008

20. Рекомендації щодо контролю технічного стану культиваторів типу КПС.К.:МАП, НУБіП -2008.-44 с.

21. Рекомендації щодо контролю технічного стану зернових сівалок типу СЗ. К.:МАП, НУБіП -2008.- 37 с.

22. Рекомендації щодо контролю технічного стану культиваторів типу КПС-4. К.:МАП, НУБіП -2008.-46с.

23. Рекомендації щодо контролю технічного стану трактора МТЗ. К.:МАП, НУБіП -2008. – 39 с.

24. Рекомендації щодо контролю технічного стану трактора ПМЗ. К.:МАП, НУБіП – 2008. - 44 с.

25. Рекомендації щодо контролю технічного стану трактора ХТЗ. К.:МАП, НУБіП – 2008.-45 с.

26. Рубльов В.І., Войтюк В.Д., Денисенко М.І., Ничай. І.М., Опалко В.Г., Рубльов В.Є. Стандартизація та сертифікація техніки і обладнання. Навчальний посібник. Частина 1: Нормативна документація і статистичний контроль якості сільськогосподарської техніки: Навч. посібник/ За ред. проф. В.І Рубльова.-Київ: Видав. "Ничлава", 2014. -240 с.

Анотація

До історії статистичного контролю у системі масового виробництва техніки

Вказане значення статистичного контролю щодо управління якістю продукції. Він розглядається як фактор ефективного управління якістю. Його використання у масовому виробництві розглядається з шестидесятих років 20-го сторіччя. Це досвід США, міжнародної системи управління якістю, використання статистичного контролю у колишньому Радянському Союзі і сучасному періоді виробництва сільськогосподарської техніки. Обґрунтовані напрямлення використання статистичного контролю у сучасний період. Наведена їх реалізація на групі сільськогосподарських машин.

Ключові слова: *статистичний контроль, сільськогосподарська техніка, виробництво, управління якістю, якість, деталі, показники якості.*

Summary

The history of statistical control in mass production technique

Shows the importance of statistical control in the quality control of products. It is considered as a factor of effective quality management. Its use in mass production is considered from the sixties of the twentieth century. This applies to the U.S. experience, international quality management system, use of statistical control in the past of the Soviet Union, and the modern period of production of agricultural machinery. The directions of application of statistical control in the modern period. Shown their implementation on a group of agricultural machines.

Keywords: *statistical control, agricultural machinery, manufacture, quality control, quality, parts, quality indicators.*

ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

В. Войтюк, *д-р. техн. наук,*

О. Демко, *канд. техн. наук,*

І. Роговський, *канд. техн. наук,*

*Національний університет біоресурсів і природокористування
України*

У статті розглядається питання підвищення продуктивності зернозбирального комбайна (далі – ЗК) завдяки ефективному використанню технічних і технологічних факторів із контролем механічних втрат зерна за молотильно-сепарувальним пристроєм (далі – МСП).

Аналіз опублікованих робіт дозволив виявити, що поза аналізом науковців залишилися дослідження ефективності використання технічних характеристик, закладених у конструкції ЗК, зокрема, завантаження двигуна, пропускної здатності МСП та енергетичних показників: питомої витрати потужності на обмолот, витрати палива на одну тонну і один га, механічних втрат зерна за комбайном. Теоретичні дослідження дозволили виявити вплив технічних і технологічних факторів, (строкатності урожайності, агробіологічного стану хлібної маси) на пропускну здатність і, відповідно, на продуктивність і на їх похідну – втрати зерна на МСП ЗК.

Аналітично визначено залежність швидкості руху комбайна в загілці від завантаження і потужності двигуна. Розроблено інтегральний метод визначення пропускної здатності МСП, досліджено вплив нерівномірності і флуктуації урожайності по площі поля на пропускну здатність МСП і зміну крутного моменту на валу барабана, залежність продуктивності ЗК через пропускну здатність від відносних значень механічних втрат за МСП ЗК. Вперше досліджено роль і значимість механічних втрат зерна за МСП під час визначенні ефективності використання ЗК. Визначено, що числові значення механічних втрат змінюються залежно від агробіологічних характеристик хлібостою. Середні значення числових втрат характеризуються коефіцієнтом варіації в межах $K_v = 0,3 - 0,8$ і максимальні викиди верхніх значень попадають у червону зону приладу. Автоматичний звуковий сигнал втрат слугує сигналом для зменшення робочої швидкості в загілці.

Виявлено, що підвищення продуктивності ЗК можливе за рахунок підвищення ефективного використання пропускної здатності МСП і підвищення завантаження двигуна на 20–30 % і тим самим зменшення питомої витрати палива на тонну і гектар в межах допустимих втрат зерна.

Ключові слова: зернозбиральний комбайн, продуктивність, ефективність, конструкційні характеристики, технічні фактори, технологічні фактори, завантаження двигуна, пропускна здатність, втрати зерна, витрата палива.

Постановка проблеми. Виробництво зерна в Україні та його валовий збір у сучасних умовах зростає. Приміром, у 2012–2017 рр. він зріс з 40 до 60 млн тонн зерна. Поряд з цим необхідно відмітити, що показники успіху супроводжуються таким негативним явищем, як втрати вирощених урожаїв, які сягають 7–8 млн тонн, а це складає 16–18 % від валового збору. Панівною причиною таких значних втрат урожаю є постійна нестача ЗК, низька технічна готовність і невідповідність персоналу застосовувати сучасну техніку. Відомо, що в агротерміни збирають лише 30 % посівів зернових культур, а тривалість збирального сезону перевищує їх у 3–5 разів.

Навантаження на один фізичний ЗК складає 189 га, на технічно справний – приблизно 218 га або 770 т. Понад 70 % комбайнів мають термін експлуатації до 30 років з ймовірним значенням коефіцієнта готовності 0,4–0,7, які намолочують 200–600 т; втрати від біологічного осипання досягають мінімум 10 % від валового збору. Причинами значних втрат вирощеного урожаю є високе фізичне навантаження на комбайн і низька ефективність використання наявного парку за потужністю двигуна та пропускною здатністю молотарки, агробіологічним станом хлібної маси, втратами зерна за молотаркою та ін.

В умовах реального виробництва потужність двигунів ЗК і пропускна здатність молотарки використовуються максимально до 57–63 % від номінального завантаження. Безумовно, низьке завантаження є основною причиною низької продуктивності, затягування термінів жнив і значних втрат зерна від біологічного осипання та перевитрат палива. Втрати вирощеного урожаю через осипання і низький відсоток збирання продовольчих класів зерна у встановлені агротерміни є причиною значних збитків (≈ 1 млрд \$). Ось чому тема є актуальною і має значну практичну цінність як для виробників ЗК, так і для їх користувачів, а також у підготовці інженерних кадрів сільськогосподарського виробництва.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проведено аналіз літературних джерел, присвячених дослідженню науково-виробничих проблем, задач підвищення ефективності використання зернозбиральних комбайнів. Виявлено, що в більшості опублікованих робіт розглядається класичний набір організаційних, технічних, технологічних задач.

У результаті аналізу літературних джерел [1-5] визначено, що поза увагою і ретельним аналізом науковців залишається дослідження залежності ефективності використання ЗК від їх надійності, агробіологічного стану хлібної маси і числових значень механічних втрат за МСП. Не знайшло належного розгляду в опублікованих науково-прикладних роботах питання

впливу окремих технічних і технологічних факторів на ефективність використання зернозбиральних комбайнів. Розглянуто класифікації ЗК і встановлено, що однією із найбільш розповсюджених є класифікація Асоціації виробників продукції. Згідно з цією класифікацією комбайни поділено на V–IX класів залежно від мінімальної і максимальної потужності. З вищенаведеного випливає формулювання завдань досліджень.

Мета досліджень – підвищення техніко-технологічної ефективності використання ЗК через раціоналізацію завантаження двигуна та МСП у межах нормативних втрат зерна.

Виклад основного матеріалу досліджень. Ефективність використання ЗК залежно від недостатнього дослідження факторів можна описати функціональною залежністю:

$$U_{\Sigma} = f(q, \%Ne, (\Delta U + \Delta(\Delta U)), \%U), \quad (1)$$

де q – експлуатаційна пропускна здатність МСП ЗК, кг/с; $\%Ne$ – експлуатаційна потужність двигуна, кВт; $\Delta U + \Delta(\Delta U)$ – нерівномірність і флуктуація урожайності від середнього значення, кг/м²; $\%U$ – числові і відносні значення втрат зерна (%) МСП залежно від пропускної здатності, кг/с.

В останні роки виробники зернозбиральних комбайнів у технічній документації не наводять числових значень показників пропускної здатності, які входять у формули для визначення продуктивності, прогножуючи темпи жнив або вибираючи комбайн. Рішення знайдено порівнянням формул продуктивності (40 ц/га) з двох рівнянь, в одне з яких входить потужність двигуна, а в друге – пропускна здатність. За таких умов експлуатаційний показник пропускної здатності МСП ЗК визначається із залежності:

$$q_n = \frac{0,1 \cdot Ne \cdot \xi}{0,1 B_p \cdot U (1 + \delta_c) (N_M + N_{II}) + \frac{g \cdot f \cdot G_T}{\eta_{TP}}} + 0,2, \quad (2)$$

де Ne – ефективна потужність двигуна, кВт; ξ – коефіцієнт завантаження двигуна; B_p – робоча ширина захвату жатки, м; U – урожайність, т/га; δ_c – показник соломистості хлібної маси; N_M – питома потужність на обмолот, кВт×с/кг; N_{II} – питома потужність на подрібнення соломистої маси, кВт×с/кг; g – прискорення земного тяжіння, м/с²; f – коефіцієнт перекочування; G_T – маса комбайна, т; η_{TP} – ККД трансмісії.

У залежність (2) входять: п'ять технологічних та три технічні показники і три коефіцієнти, що дозволяє визначити з допустимою точністю

експлуатаційний показник пропускної здатності для ЗК різного технічного стану і технологічних характеристик хлібостою.

Для визначення швидкості ЗК в загинці з урахуванням динаміки руху із зміною потужності запропонована залежність:

$$N_{pyu} = [G_{mk} \cdot f_0 \cdot (1 + \rho(V_p - V_0))] \cdot \frac{V_p}{3,6}, \quad (3)$$

де G_{mk} – маса комбайнового агрегата, т; f_0 – коефіцієнт перекочування; ρ – коефіцієнт узгодження розмірності; V_p, V_0 – робоча і початкова швидкість, км/год.

Значення залишкової потужності двигуна визначимо за формулою:

$$N_3 = N_e - N_M - V_p^2 \cdot A_1 + V_p \cdot A_2, \quad (4)$$

$$\text{де } A_1 = \frac{10 \cdot G_{mk} \cdot f_0 \cdot \rho}{36 \cdot \eta_{mp}};$$

$$A_2 = \frac{10 \cdot G_{mk} \cdot f_0 \cdot (1 - \rho \cdot V_0) + B_p \cdot U \cdot (1 + \delta_c) \cdot N_{nm} \cdot \eta_{mp}}{36 \cdot \eta_{mp}}; N_M - \text{потужність,}$$

споживана на обмолот хлібної маси, а для зношеного і невідрегульованого двигуна із залежності:

$$N_3 = N_e - N_M - \Delta N_{\Pi} - V_p^2 \cdot A_1 + V_p \cdot A_2, \quad (5)$$

де ΔN_{Π} – зниження потужності двигуна внаслідок зношування і розрегульованості.

Остаточо рівняння (5) має вигляд:

$$V_p^2 \cdot A_1 + V_p \cdot A_2 - (N_e - N_m - N_3) = 0. \quad (6)$$

Визначимо значення V_p із залежності (6):

$$V_p = \frac{-A_2 \pm \sqrt{A_2^2 + 4A_1(N_e - N_m - \Delta N_{\Pi})}}{2 \cdot A_1}. \quad (7)$$

Вплив фактичної потужності двигуна ЗК V класу на швидкість руху показано на рисунку 1.

Проведений аналіз показує доцільність врахування імовірного зниження потужності двигуна зі збільшенням наробітку для прогнозування темпів жнив. Технологічна характеристика – нерівномірність і флуктуація урожайності ($U(1 + \delta_c) = U_{cp}$) по площі поля суттєво впливає на ефективність використання ЗК через ступінь завантаження МСП і на зміну механічних втрат. Флуктуаційна складова може накладатися на гармонічну нерівномірність (\pm) тривалістю 1–15 с. Визначено, що гармонічна складова

нерівномірності (ΔU_{cp}) може досягти до 35 % від середнього значення урожайності U_{cp} , а флуктуаційна складова – $(\Delta(\Delta U_{cp})) \pm 10\%$ від нерівномірності ΔU_{cp} . Для аналізу прийнято $u_{cp} \approx 1,3$ кг/м² хлібостою. Із урахуванням наведених вище факторів урожайність по полю визначається залежністю з використанням випадкових функцій:

$$U_{XM} = U_{CP} \pm \Delta U_{CP} \pm \Delta(\Delta U_{CP}), \text{ кг/м}^2, \quad (8)$$

де U_{cp} – середня урожайність, кг/м²; ΔU_{CP} – нерівномірність від середньої урожайності, кг/м²; $\Delta(\Delta U_{CP})$ – флуктуаційна складова від нерівномірності, кг/м².

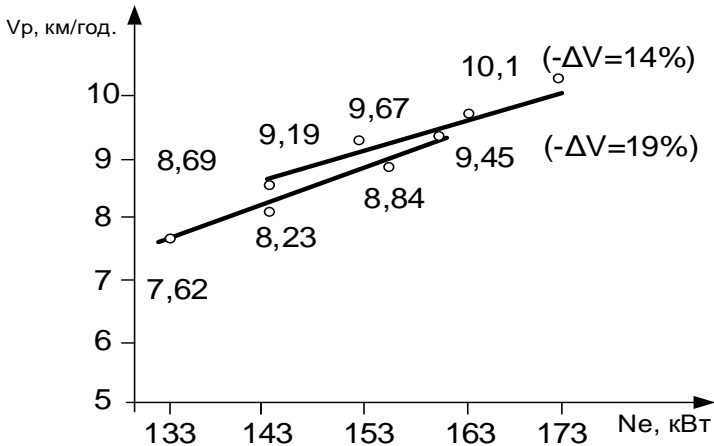


Рисунок 1 – Закономірності зміни швидкості руху ЗК V класу від зниження потужності двигуна

Отримано залежність для розрахунку нерівномірності урожайності по полю:

$$\Delta U_{CP} = \pm U_{cp} \sin\left(\frac{n_1 x_1}{\lambda_{xM1}}\right), \quad (9)$$

де n_1 – число повних коливань; $x_1 = V(t_1) \cdot t_1$ – довжина хвилі нерівномірності урожайності; λ_{xM1} – період коливання урожайності, м(с); U_{cp} – маса урожаю, кг/м².

Флуктуаційна складова від нерівномірності урожайності описується залежністю:

$$\Delta(\Delta U_{cp}) = \pm U_{cp} \cdot \text{Sin}\left(\frac{n_2 \cdot x_2}{\lambda_{x_{m2}}}\right), \quad (10)$$

де $n_2 \ll n_1$; $\lambda_{x_{m2}} \ll \lambda_{x_{m1}}$; $x^2 \ll x^1$; $t_2 \ll t_1$; $x_2 = V(t_2) \cdot t_2$ – довжина хвилі флукуації урожайності.

З урахуванням гармонічної нерівномірності і флукуаційної складової урожайності рівняння для визначення фактичної пропускної здатності можна записати у вигляді:

$$q_{\phi} = \frac{0,1Ne\xi}{0,1 \cdot B \cdot \left[Z_1 \cdot \text{Sin}\left(\frac{n_1 \cdot x_1}{\lambda_1}\right)(N_m + N_n) + Z_2 \cdot \text{Sin}\left(\frac{n_2 \cdot x_2}{\lambda_2}\right)(N_m + N_n) \right] + \frac{g \cdot f \cdot G_k}{\eta}} + 0,2, \quad \text{кг/с}$$

$$B \cdot \left(Z_1 \cdot \text{Sin}\left(\frac{n_1 \cdot x_1}{\lambda_1}\right) + Z_2 \cdot \text{Sin}\left(\frac{n_2 \cdot x_2}{\lambda_2}\right) \right)$$

де $Z_1 = U_{cp} \pm (0,25U_{cp} \pm 0,025U_{cp}^{-2})$;

$Z_2 = \Delta U_{cp} \pm (0,125\Delta U_{cp} \pm 0,01\Delta U_{cp}^{-2})$; η – ККД трансмісії; f – коефіцієнт перекочування; g – прискорення земного тяжіння, м/с².

Графічну інтерпретацію зміни врожайності по площі поля залежно від агротехнологічних факторів показано на рисунку 2: ΔU – нерівномірність урожайності; $\Delta(\Delta U_{cp})$ – флукуація урожайності; $\lambda_{x_{m1}}, \lambda_{x_{m2}}$ – період коливань нерівномірності і флукуації.

Гармонічна нерівномірність і флукуаційні складові є причиною зміни відповідно завантаження МСП і двигуна (при цьому приймаємо параметри, характерні для лісостепової зони, при $\Delta U_{\max} - 35\%$, $\Delta U_{cp} \approx 25\%$ флукуація $\Delta(\Delta U_{cp}) \approx 10\%$ від ΔU_{cp}).

Друга технологічна характеристика зернозбиральних комбайнів – механічні втрати зерна за МСП. Встановлено, що відносні значення втрати зерна за МСП в межах до 0,5–0,6 % не обмежують продуктивність.

Зі збільшенням продуктивності ЗК через підвищення пропускної здатності відносні значення втрат зерна різко збільшуються – від 0,5–0,6 до 1,5 %, що суттєво обмежує подальше підвищення продуктивності. Рівняння відносних втрат від пропускної здатності описується залежністю:

$$y = \frac{y_{cp} \cdot \exp(ky_{cp} \cdot q)}{\exp(ky_{cp} \cdot q) + 10y_{cp} - 1}, \quad \% \quad (11)$$

де y_{cp} – граничне значення втрат, %; k – коефіцієнт самоосипання, %, 0,125; 0,250; 0,5; q – пропускна здатність, кг/с; y – поточне значення втрат, %.

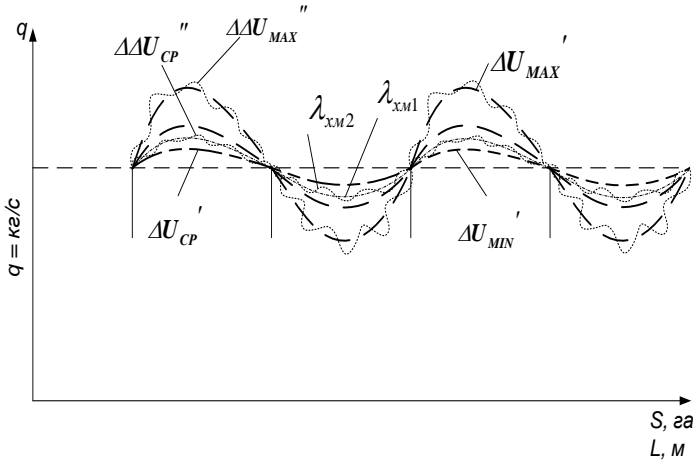


Рисунок 2 – Графічна інтерпретація зміни врожайності, пропускної здатності і моменту опору барабана від середнього значення впливу агротехнологічних факторів

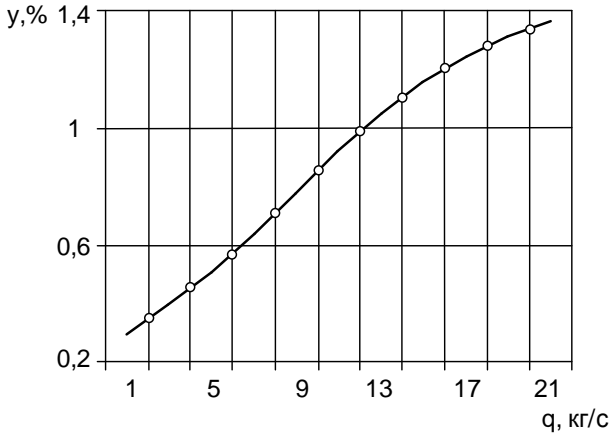


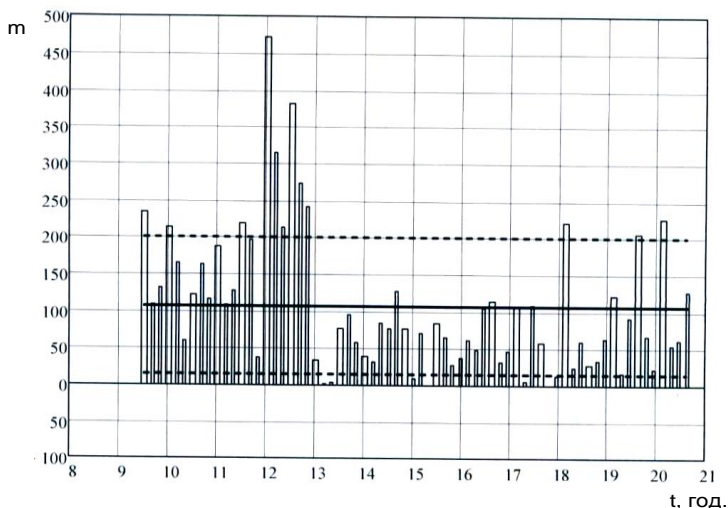
Рисунок 3 – Залежність механічних втрат зерна від пропускної здатності ЗК

Графічна залежність після розв'язку рівняння (12), яка показана на рисунку 3, не підтверджує зміну механічних втрат зерна залежно від підвищення завантаження молотарки і нагадує S-подібну криву, яку передбачав академік В. П. Горячкін. Точка перегину для функції показує величину завантаження, за якого втрати починають зменшуватися. Закономірність зміни втрат матиме вираз (12). Точка перегину функції, за

якої втрати починають зменшуватися, значною мірою залежить від прийнятого значення k – коефіцієнта самоосипання:

$$q_n = \frac{\ln(10y_{зр.} - 1)}{ky_{зр.}}, \text{ кг/с.} \quad (12)$$

Виробничі дослідження ефективності використання зернозбиральних комбайнів через контроль і облік механічних втрат зерна за молотильно-сепарувальним пристроєм дозволили виявити, що під час жнив комбайн № 1 відпрацював $t_3=103,51$ год, термін чистої роботи склав $t_4=94,8$ год, зібрано – 483 т; коефіцієнт використання часу зміни $K_t=0,91$. Комбайн № 2 відпрацював $t_2= 58,08$ год, $t_4= 52,8$ год., $K_t=0,97$, зібрано – 374 т. Комбайн № 3 на збиранні зернової групи відпрацював 77,15 год, зібрано 304 т. На рисунку 4. у вигляді гістограм показані втрати зерен за кожні 10 хв протягом зміни.



Рисунку 4 – Гістограми розподілу середніх значень сумарної кількості втрат (m) зерна за кожні 10 хв роботи за соломотрясом і решітним станом з коефіцієнтом варіації 0,8

Дослідження в умовах виробничої експлуатації дозволили визначити, що фактичні втрати зерна за термін жнив у відносному значенні за допустимих 1,5 % від валового збору склали $\Delta u = 0,03$ %. У числовому виразі за термін жнив зафіксовано втрати зерна за масою $\Delta m = 2,225$ кг (допустимі 7236 кг); питома витрата палива $\Delta G_t=4,8$ л/т; $\Delta G_{га}=26$ л/га; продуктивність $U \approx 7$ т/год; $W_p \approx 1$ га/год; $V_p = 1,726$ км/год. Подібна

залежність експлуатаційних показників спостерігається за ЗК № 2 (m_c – кількість зерен/м², K_{vc} – коефіцієнт варіації). Зібрано за шість змін ($t_p = 52,58$ год.) 374,22 т.

На нерівномірність і флуктуаційні складові урожайності впливає багато агробіологічних факторів: нерівномірність внесення добрив (min=10–33 %, max=59–95 %), якість основного обробітку ґрунту перед сівбою (до 30 %), рельєф і мікрорельєф поля (до 30 %), виживання рослин залежно від погоднокліматичних умов (від 81 до 49 %), якість підживлення (до 25 %), захист рослин (до 20 %). Із наведених числових значень втрат зерна по інтервалах обліку (рис. 6) явно простежується їх хвилеподібна зміна з різницею від min до max в 3–4 рази збільшення по висоті і амплітуді, яку наближено можна розглядати як синусоподібну залежність.

Висновки.

1. Визначено вплив зниження потужності двигунів у випадку зношування і розрегульованості ЗК на їхню продуктивність. Теоретично доведено, що зі зниженням ефективної потужності двигуна на 14 % робоча швидкість ЗК в загінці зменшується на 16 % за лінійною залежністю. Враховуючи те, що можливість вибору оптимальної робочої швидкості в загінці зменшується, то знижується і продуктивність ЗК.

2. Методом інтегральної оцінки визначено значення експлуатаційного показника пропускної здатності МСП, за якої розрахункова продуктивність ЗК із заданою потужністю двигуна і пропускною здатністю МСП – рівнозначні. Визначено раціональний показник пропускної здатності ЗК. Із загальним зниженням потужності двигуна до 17 %, ККД гідросистем, пасових і ланцюгових передач, механічних систем і механізмів до 10 % пропускна здатність МСП зменшується на 28 %.

3. Теоретично обґрунтовано, що нерівномірність (до +/-35%) і флуктуація (+/-10%) урожайності по площі поля впливають на пропускну здатність МСП. Зміна величини пропускної здатності МСП приводить до зміни значень зернових втрат за МСП. Встановлено, що для збільшення пропускної здатності ЗК за умови підвищення завантаження МСП механічні втрати зерна зростають за S-подібною залежністю. Вказане слугує однією з причин строкатості і варіації значень втрат за інтервалами обліку.

Література

1. Войтюк В. Д. Визначення впливу використання зернозбиральних комбайнів на їх експлуатаційні показники / В. Д. Войтюк, А. А. Демко, О. А. Демко // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. – 2009. – Вип. 134. – Ч. 2. – С. 131–138.

2. Демко О. А. Вплив кваліфікації операторів на ефективність використання машин / О. А. Демко // Науковий вісник Національного

університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. – 2009. – Вип. 134. – Ч. 2. – С. 159–169.

3. Демко О. А. Аналіз чинників, що визначають технічний стан комбайнів / О. А. Демко, А. А. Демко // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. – 2010. – Вип. 144. – Ч. 2. – С. 81–91.

4. Дубровін В. О. Метод визначення технічного рівня сучасних зернозбиральних комбайнів з урахуванням експлуатаційних і конструктивних характеристик / [В. О. Дубровін, А. А. Демко, О. В. Надточій, О. А. Демко] // Техніка і технології АПК. – 2011. – № 11 (26). – С. 32–36.

5. Демко О. А. Дослідження залежності продуктивності ЗК від механічних втрат зерна за молотильно-сепаруючим пристроєм (МСП) комбайнів / О. А. Демко, О. В. Надточій, Р. Я. Якимів // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки та технологій для сільського господарства України. – 2014. – Вип. 18 (32). – Кн. 1. – С. 165–177.

Аннотація. *Стаття посвячена вопросам повышения производительности зерноуборочного комбайна (далее – ЗК) за счет эффективного использования технических и технологических факторов с контролем механических потерь зерна за молотильно-сепарирующим устройством (далее – МСУ).*

Анализ опубликованных работ позволил выявить, что вне внимания ученых остались исследование эффективности использования технических характеристик заложённых в конструкции ЗК, в частности загрузки двигателя, пропускной способности МСУ и энергетических показателей: удельного расхода мощности на обмолот, затраты топлива на одну тонну и один га, механических потерь зерна за комбайном. Теоретические исследования позволили выявить влияние технических и технологических факторов, (пестроты урожайности, агробиологическое состояния хлебной массы) на пропускную способность и, соответственно, на производительность и на их производную – потери зерна на МСУ ЗК.

Аналитически определена зависимость скорости движения комбайна в загончики от загрузки и мощность двигателя. Разработан интегральный метод определения пропускной способности МСУ, исследовано влияние неравномерности и флуктуации урожайности по площади поля на пропускную способность МСУ и изменение крутящего момента на валу барабана. Зависимость производительности ЗК из-за пропускной способности от относительных механических потерь по МСУ ЗК. Впервые исследованы роль и значимость механических потерь зерна за МСУ при определении эффективности использования ЗК. Определено, что числовые значения механических потерь по сменам меняются в зависимости от агробиологических характеристик хлебостоя. Средние значения числовых потерь характеризуется коэффициентом вариации в пределах $K_v=0.3-0.8$ и максимальные выбросы верхних значений попадают в красную зону прибора

и автоматический звуковой сигнал потерь и служит сигналом для уменьшения рабочей скорости в загонщики.

Выявлено, что повышение производительности ЗК возможно за счет повышения эффективного использования пропускной способности МСУ и повышение загрузки двигателя на 20-30 % и тем самым уменьшение удельного расхода топлива на тонну и гектар в пределах допустимых потерь зерна.

***Summary.** The thesis is dedicated to improving combine harvesters productivity by means of efficient utilization of technical and technology factors with control of grain losses behind threshing and separation unit.*

Published papers analysis revealed that scientists left out of sight research of efficient utilization of technical features inherited in the combine harvesters design, including engine load, threshing through output capacity and energy performance factors: specific threshing power consumption, fuel consumption per one tone of grain and one hectare harvested, mechanical grain losses behind the combine harvester. Theoretical research allowed to determine influence of technical and technological factors (uneven yield spread, agronomy condition of cereals plants) on threshing output and, respectively, on performance and its derivative – grain losses behind threshing and separation.

Dependence of combine harvester working speed and threshing load and engine load was analytically determined. Integral method for defining threshing output was developed, influence of yield fluctuations across the field area on threshing output and engine torque change was researched as well as dependence of specific mechanical grain losses behind threshing and separation from combine harvester output. For the first time role and importance of mechanical grain losses behind threshing and separation when determining combine harvester efficiency. Established that numerical mechanical losses values change depending of agronomic characteristics of grain mass. Medium numerical mechanical losses values can be described by variation coefficient within $K_v=0.3-0.8$ and when maximum values are reached working speed must be reduced.

Established that combine harvester efficiency improvement staying within permitted grain losses parameters is possible by increasing threshing output and increasing engine load by 20–30 %, at the same time reducing specific fuel consumption per harvested tone and hectare.

УДК 631.12

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕМІЩЕННЯ ЗЕРНО-СОЛОМИСТОЇ МАСИ БАРАБАНОМ З УПОРАМИ

В. Шейченко, *д-р техн. наук,*

І. Дудніков, *канд. техн. наук,*

Полтавська державна аграрна академія

А. Кузьмич, *канд. техн. наук,*

М. Шевчук, *аспірант*

Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»

В. Шевчук, *канд. техн. наук,*

Уманський національний університет садівництва

Розглянуто переміщення зерно-соломистої маси (ЗСМ) по похилій камері (транспортування під кутом α до горизонту) за умов, коли вагу барабан з упорами R_B представлено як дві складові, направлені паралельно і перпендикулярно похилій камері.

Результатну $R_{ЗС}$ усіх реакції ЗСМ та сил опору її тертя по деку розкладено на складові $X_{ЗС}$ і $Y_{ЗС}$. Визначено проєкції усіх сил на осі – паралельну і перпендикулярну поверхні похилої камери. Встановлено суму моментів відносно геометричної осі барабана та потужність, яка витрачається на переміщення ЗСМ барабаном із упорами.

Ключові слова: *зернозбиральний комбайн, зерно-соломиста маса, пристрій попереднього обмолоту зерна, барабан з упорами, похила камера жнивarki, потужність на здолання сил тертя, момент сил.*

Постановка проблеми. Принципи обробки зерно-соломистої маси (ЗСМ) в молотильно-сепарувальному пристрої та, відповідно, втрати зерна і якість обмолоту за останні роки практично не змінилися [1-6]. З огляду на це, підвищення ефективності процесу обмолоту зернових культур в молотильно-сепарувальному пристрої і особливо на етапах його транспортування до молотильно-сепарувальної системи (МСС) є досить важливим і актуальним завданням.

Технологічний процес транспортування ЗСМ по похилій камері жнивarki представляє собою складний процес переміщення, у якому постійно, внаслідок відділення зернівок від колоса, відбувається збільшення частки зерна в загальному потоці маси.

Переміщення ЗСМ характеризується такими особливостями:

- відділення окремих зернівок, полови тощо із суцвіття зрізаних стебел, осідання в нижній частині потоку технологічної маси важчої за масою ніж солома фракції зернівок;

- формування з відділених зернівок окремого зернового потоку;
- травмування зернин уже на ранніх етапах його транспортування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Переважна більшість фахівців характеризує процес обмолоту зернової маси таким, який відбувається тільки завдяки дії (МСС) зернозбирального комбайна і не враховує динамічного впливу інших робочих органів жнивarki і комбайна на масу, яка транспортується до МСС [7-11]. Проте на шляху до МСС взаємодія робочих органів із ЗСМ уможливує послаблення зв'язків зернівки із колоском, а іноді і повне його відділення [12]. Процес обмолоту зерна розпочинається з моменту початку взаємодії пальців мотовила жнивarki зі стеблом. Ступінь відділення зерна від маси, яку транспортує жнивarka, залежить від багатьох чинників: фази розвитку культури, вологості, стиглості, сорту, динамічних складових впливу на рослину тощо.

Зрізана різальним апаратом жнивarki маса, досить нерівномірна за наповненням і властивостями, транспортується до МСС комбайна. Функціонально набір (комбінація) робочих органів цієї системи орієнтована на повне відділення зернівки від колосу, очищення зерна від легких домішок (полови, пилу), накопичення і вивантаження як готової продукції.

Мета дослідження. Підвищення ефективності технологічних процесів збирання зернових культур завдяки встановленню кінематичних і динамічних показників барабана з упорами пристрою попереднього обмолоту зерна жнивarki зернозбирального комбайна.

Результати дослідження. Розглянемо переміщення ЗСМ по похилій камері (транспортування під кутом α до горизонту) за умов, коли вагу барабана із упорами P_A представимо у вигляді двох складових, направлених паралельно і перпендикулярно похилій камері (рис. 1). Проекція $P_B \cos \alpha$, направлена перпендикулярно поверхні похилої камери, додається з навантаженням на вісь барабана P_6 і утворює результату силу, яка дорівнює $(P_6 + P_B \cos \alpha)$. Проекція $P_B \sin \alpha$ направлена паралельно поверхні похилої камери, алгебраїчно додається зі штовхальною силою F_B та силою інерції $m_B a_i$, де a_i – прискорення точки поверхні барабана (нормальне доцентрове прискорення $a_i = \omega_B r_B$).

Результату R_{3C} усіх реакцій ЗСМ та сил опору її тертя по деці розкладемо на складові X_{3C} і Y_{3C} . Визначимо проекції усіх сил на осі – паралельні і перпендикулярні поверхні похилої камери.

$$\begin{cases} m_B a_i - P_B \sin \alpha - F_B + X_{zc} = 0 \\ Y_{zc} - P_B - P_B \cos \alpha = 0 \end{cases} \dots\dots\dots (1)$$

Із системи рівнянь (1) знайдемо X_{zc} і Y_{zc} :

$$\begin{cases} X_{zc} = P_B \sin \alpha + F_B - m_B a_i \\ Y_{zc} = P_B + P_B \cos \alpha \end{cases} \dots\dots\dots (2)$$

Рівняння моментів відносно геометричної осі барабана буде мати вигляд:

$$X_{zc} r_{БП} = M_r + M_{БП} + M_{jБ}, \quad (3)$$

де M_r – момент сил тертя у підшипниках осі барабана (направлений на рис.1 за годинниковою стрілкою);

$M_{jБ}$ – момент дотичних сил інерції, який виникає за умов нерівномірного обертання барабана навколо своєї осі, який дорівнює добутку моменту інерції барабана з упорами J_B відносно його геометричної осі на кутове прискорення ε_B обертального руху барабана;

$M_{БП}$ – момент опору кочення зовнішньої поверхні барабана з упорами по ЗСМ.

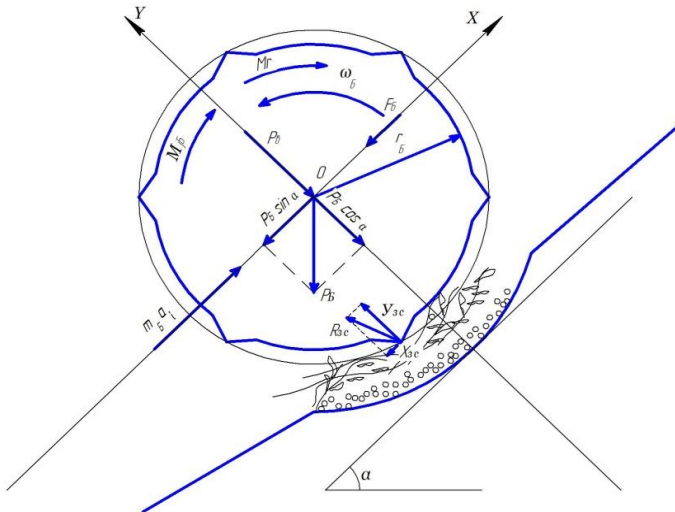


Рисунок 1 – Схема взаємодії ЗСМ із похилою камерою жниварки

Силою опору повітря внаслідок відносно її незначного значення нехтуємо.

Отже, момент реакції ЗСМ X_{3C} відносно геометричної осі барабана повинен дорівнювати добутку трьох моментів: моменту сил тертя в підшипниках барабана, моменту опору, який створює рухома ЗСМ та шар відділеного від колосків зерна по поверхні деки (похилої камери) та момент дотичних сил інерції барабана з упорами.

За умов рівномірної подачі ЗСМ прискорення J_B , ε_B дорівнюють нулю. Тоді рівняння моментів (3) набуде вигляду:

$$X_{3C} r_{БП} = M_r + M_{БП} . \quad (4)$$

За умов рівномірної подачі і руху ЗСМ момент, який створює сила реакції X_{3C} відносно геометричної осі барабана повинен дорівнювати сумі моменту сил тертя в підшипниках барабана і моменту опору переміщення ЗСМ і шару зерна по похилій поверхні деки.

Підставимо у (3) залежність (2) для величини X_{3C} та перемноживши обидві частини отриманого рівняння на середню за секунду кутову швидкість обертання ω_A отримуємо;

$$(P_B \sin \alpha + F_B - m_B a_i) r_{БП} \omega_B = M_r \omega_B + M_{БП} \omega_B + M_{JB} \omega_B . \quad (5)$$

Після перетворень отримуємо:

$$F_B r_{БП} \omega_B = m_B a_i r_{БП} \omega_B - P_B \sin \alpha r_{БП} \omega_B + M_r \omega_B + M_{БП} \omega_B + M_{JB} \omega_B . \quad (6)$$

Добуток $r_{БП} \omega_B$ із досить великою точністю можна прийняти таким, який дорівнює швидкості $v_{БП}$ переносного руху барабана з упорами. Тоді отримуємо такий баланс потужностей:

$$F_B v_{БП} = m_B a_i v_{БП} - P_B \sin \alpha v_{БП} + M_r \omega_B + M_{БП} \omega_B + M_{JB} \omega_B . \quad (7)$$

Висновки. Аналізуючи вираз (7) відмітимо, що в загальному випадку, потужність, яка витрачається на переміщення ЗСМ барабаном з упорами дорівнює сумі потужностей, які витрачаються на її деформацію і тертя барабана по ЗСМ і ЗСМ по деці ($M_{БП} \omega_B$) і потужності $M_{JB} \omega_B$, яка

перетворюється у кінетичну енергію відносного обертового руху барабана навколо його осі; потужності $m_b a_t v_{\text{БП}}$, яка перетворюється у кінетичну енергію переносного поступального руху барабана; потужності, яка витрачається на здолаття сил тертя у підшипниках барабана $M_r \omega_b$ за мінусом потужності $P_b \sin \alpha v_{\text{БП}}$.

Література

1. Шейченко В.О. Дослідження обмолоту зерна трибарабанною молотаркою / В.О. Шейченко, В.І. Недовесов, О.М. Грицака // Збірник наукових праць Луцького НТУ, Сільськогосподарські машини збірник наукових статей. -Випуск 33. – Луцьк, 2015. – С. 149-155.
2. Коваль С. Напрямки розвитку конструкцій і узагальнені технологічні показники зернозбиральний комбайнів // Техніка АПК. - 1998. - №4. - С. 28-31.
3. Занько М.Д. Аналітичне моделювання втрат зерна за молотаркою в залежності від умов роботи зернозбирального комбайна М.Д. Занько, В.І. Недовесов // Механізація та електрифікація сільського господарства. Вип. 97. 2013. С. 483-488.
4. Коваль С. Комплексне вирішення проблем збирання врожаю / С.Коваль, В.Шейченко // Техніка АПК. - 2008. -№2.- С22-26.
5. Адамчук В.В. Про розробку і створення в Україні сільськогосподарських машин сучасного рівня / В.В. Адамчук, В.М. Булгаков, В.В. Іванишин // Зб. наук. праць Вінницького націон. аграрн. ун-ту. Серія: Технічні науки. – Вінниця : ВНАУ, 2012. – Вип. 11. – Т. 2 (66). – С. 8–14.
6. Шейченко В.О. Економічні аспекти підвищення надійності та якості виконання технологічного процесу машинними агрегатами / В.О. Шейченко, П.О. Войтюк. І.М. Шульган // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Вип. 51: Проблеми надійності машин та засобів механізації сільськогосподарського виробництва”. – Х., 2007. – С.204-211.
7. Липкович Э.И. Процессы обмолота и сепарации в молотильных аппаратах зерноуборочных комбайнов. – Зерноград: ВНИПТИМЭСХ, 1973. – 165 с.
8. Кленин Н.И. Исследование вымолота и сепарации зерна. Диссертация д-ра техн. наук. – М., 1977. – 424 с.
9. Антипин В.Г. О перемещении обмолачиваемой культуры по подбарабанью / В.Г. Антипин, В.М. Коробицын // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1979. – №8. – С.7-9.
10. Зерноуборочные комбайны / Серый Г.Ф., Косилов Н.І., Ярмаш Ю.М., Русанов А.І. - М.: Агропромиздат, 1986. - 247 с.
11. Колесников А.В. Повышение эффективности технологического процесса обмолота зернобобовых культур путем усовершенствования

молотильно-сепарирующей части молотилки / А. В. Колесников // Наукові праці Південного філіалу Національного університету біоресурсів і природокористування України "Кримський агротехнологічний університет". Технічні науки. - 2013. - Вип. 153. - С. 104-111.

12. Шейченко В.А., Исследование микроповреждений и микротравмирования зерна при его уборке зерноуборочными комбайнами / Шейченко В.А., Кузьмич А.Я., Грицака А.Н., Ковалев М.М. // журнал «Техника и оборудование для села», №1(223) 2016, - Москва- с.24-28.

Аннотация.

Рассмотрено перемещение зерно-соломистой массы (ЗСМ) по наклонной камере (транспортирование под углом α к горизонту) при условии, когда вес барабана с упорами P_A представлен в виде двух составляющих, которые направлены параллельно и перпендикулярно наклонной камере.

Результатирующая R_{3C} всех реакций ЗСМ а также сил сопротивления их трения по деке разложено на составляющие X_{3C} и Y_{3C} . Определено проекции этих сил на оси – параллельную и перпендикулярную к поверхности наклонной камеры. Установлено сумму моментов относительно геометрической оси барабана, а также мощность, которая израсходуется на перемещение ЗСМ барабаном с упорами.

Summary.

Considered moving grain-straw mass (GSM) on an inclined chamber (transportation at an angle α to the horizon) in circumstances where the weight of the drum with ribs P_A presented in the form of two components that are directed parallel and perpendicular to the sloping chamber.

The resultant force R_{3C} of all reactions GSM and the resistances of friction on concave decomposed into components X_{3C} and Y_{3C} . Is defined the projections of all forces on the parallel and perpendicular axes to the sloping surface of camera. Is determined the sum of torques relative to the drum geometric axis and the power consumed to move a GSM by drum with ribs.

УДК 631.31:64

АНАЛІТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ДИНАМІЧНОСТІ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

Д. Калініченко, аспірант

І. Роговський, канд. техн. наук

*Національний університет біоресурсів і природокористування
України*

Нашими дослідженнями встановлено, що причинно-наслідкова модель піддається вельми ефективному аналізу із застосуванням ряду кількісних характеристик. Для цього ми використовували насамперед аналогію технічної системи, якою є зернозбиральних комбайн, зі структурою вимірювальних приладів, проводячи аналіз причин, які впливають на точність їхніх показань для встановлення коефіцієнта динамічності параметрів технічного стану.

Зв'язок між параметром-причиною і параметром-наслідком може бути описаний як аналітичною, так і емпіричною залежністю. При цьому, якщо параметр є наслідком декількох параметрів-причин, то залежність з кожним з них описується в припущенні сталості, інших параметрів-причин.

Між зміною параметра нижнього рівня і зміною часу також існує певна залежність, яка може бути охарактеризована передавальним коефіцієнтом. Цей передавальний коефіцієнт відображає динаміку зміни параметра технічного стану зернозбирального комбайна в часі. Він являє собою відношення приросту зміни параметра до приросту часу. На відміну від звичайного передавального коефіцієнта це відношення названо нами коефіцієнтом динамічності параметра.

У статті встановлено, що кожен з параметрів, які входять в причинно-наслідкову модель механізму, повинен мати свій коефіцієнт динамічності, оскільки в зміну якогось параметра вносить свою частку і параметр-причина, що має безпосередній зв'язок з параметром часу, що служить для визначення коефіцієнта динамічності деякого параметра технічного стану зернозбирального комбайна.

Ключові слова: *динамічність, коефіцієнт, комбайн, параметр, технічний стан.*

Постановка проблеми. Стан елементів механізмів зернозбиральних комбайнів (далі – машин) змінюється в процесі експлуатації в тісному взаємозв'язку одного з одним. Незважаючи на те, що цей процес схильний до впливу ряду випадкових факторів, взаємозв'язок між зміною стану окремих

механізмів або агрегатів може бути описаний причинно-наслідковими зв'язками, які утворюють причинно-наслідкову модель технічної системи, і піддається кількісній оцінці.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для того, щоб надалі не відбувалося термінологічної плутанини, коротко зупинимося на деяких термінах, використовуваних нами під час проведення діагностичного аналізу зернозбирального комбайна [1].

Під станом механізму ми розуміємо якісну оцінку здатності об'єкта (вузла, механізму чи агрегата зернозбирального комбайна) виконувати задані функції під час конструювання функції. Властивість зернозбирального комбайна, яка визначає його здатність виконувати задані функції, отримало назву параметра стану. Якщо за загальну оцінку технічного стану зернозбирального комбайна прийняти його основний вихідний сигнал, то на його величину безпосередньо або побічно будуть впливати активні параметри стану [2]. Однак у кожному механізмі зернозбирального комбайна є група параметрів стану, які не роблять впливу на величину основного вихідного сигналу, і в той же час визначають працездатність окремих вузлів зернозбирального комбайна. Такі параметри отримали найменування пасивних. Як активні, так і пасивні параметри стану зернозбирального комбайна, можуть бути регульованими і визначати характер свого впливу на технічний стан зернозбирального комбайна. Для цього використовуються діагностичні сигнали, які виникають у процесі роботи механізму зернозбирального комбайна і сприймаються спеціальною вимірною апаратурою [3].

Приставаючи до діагностичного аналізу зернозбирального комбайна, необхідно насамперед визначити його основний вихідний сигнал [4, 5]. Для комбайнового двигуна, наприклад, таким сигналом є ефективна потужність, для будь-якого насоса основним вихідним сигналом є його продуктивність (за певних умов) і т. д. Наступним кроком є визначення причин, які безпосередньо впливають на величину основного вихідного сигналу. Вимога безпосередності впливу є обов'язковою. Якщо ми хочемо отримати коректне уявлення про сукупність причин, що впливають на величину основного вихідного сигналу механізму зернозбирального комбайна. Обґрунтованому визначенню причин часто сприяє наявна аналітична залежність основного вихідного сигналу від величини параметрів-причин. Якщо такої залежності немає, то параметри-причини встановлюються емпіричним шляхом.

Мета статті – сформулювати обґрунтованість аналітичних положень визначення коефіцієнта динамічності параметрів технічного стану зернозбиральних комбайнів.

Виклад основного матеріалу досліджень. Встановлені параметри-причини зміни параметрів технічного стану зернозбирального комбайну, самі є наслідком дії ряду інших причин. Під час їх визначення також обов'язковим є принцип безпосередності. Продовжуючи подібну деталізацію причин і

наслідків, можна досягти будь-якого рівня причин. Якщо причини і наслідки встановлені адекватно, тобто враховані всі зв'язки причин і наслідків, то в результаті ми отримуємо причинно-наслідкову модель механізму зміни параметрів технічного стану зернозбирального комбайну. Для практичних цілей діагностики зернозбирального комбайну виявляється цілком достатнім на нижньому рівні причин обмежитися зовнішніми умовами, в яких працює та чи інша ланка механізму. Цей рівень причин нами умовно узагальнюється поняттям «наробіток», хоча конкретно на цьому рівні можуть бути такі причини як величина прикладеного навантаження, пройдений шлях, температура, вологість, тиск, запиленість повітря і т.п. Однак, оскільки ці причини є зовнішніми стосовно розглянутого механізму, вони об'єднуються зазначеним поняттям «час». Далі буде показана ефективність цього прийому для отримання результатів причинно-наслідкового аналізу.

Розглядаючи питання причинно-наслідкового аналізу механізмів, не можна не згадати про те, що перші практичні спроби такого підходу до опису процесу зміни стану механізмів зроблені ще Я. Я. Осіс і З. П. Марковичем щодо гальмівної системи автомобіля з гідравлічним приводом. Аналогічну методику застосували А. Р. Авогін, П. М. Кевіш, Д. С. Христинка і Ю. Н. Смирнов під час побудови функціональної моделі карбюраторного двигуна внутрішнього згорання. Як вказували самі автори, отримані граф-моделі систем служили більше ілюстрацією, ніж інструментом дослідження кількісних показників зв'язків причин і наслідків.

Почавши наші дослідження приблизно з такого ж рівня, ми потім виявили, що причинно-наслідкова модель піддається вельми ефективному аналізу із застосуванням ряду кількісних характеристик параметрів технічного стану зернозбирального комбайна. Для цього ми використовували насамперед аналогію цієї технічної системи зі структурою вимірювальних приладів, проводячи аналіз причин, які впливають на точність їхніх показань.

Зв'язок між параметром-причиною і параметром-наслідком може бути описаний як аналітичною, так і емпіричною залежністю. При цьому, якщо параметр є наслідком декількох параметрів-причин, то залежність з кожним з них описується в припущенні сталості інших параметрів-причин. Зазначені залежності визначаються лише між параметрами сусідніх рівнів (принцип безпосередності). У загальному вигляді ці залежності можуть бути представлені як P_{ci}^N (P_{nj}^{N+1}), де N – номер рівня, i, j – номери параметрів на відповідному рівні. Індексом « n » і « c » позначені причина і наслідок.

Скориставшись термінологією структурного аналізу механізмів зміни параметрів технічного стану зернозбирального комбайна, введемо поняття передавального коефіцієнта S , що представляє собою границя відношення приросту параметра-слідства до приросту параметра-причини, коли останнє прагне до нуля:

$$S_{ji} = \lim_{\Delta P_{ij}^{N+1} \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta P_{ci}^N}{\Delta P_{ij}^{N+1}} \right). \quad (1)$$

Ця формула дає можливість відмітити, що передавальний коефіцієнт S може бути як безрозмірним у випадку, якщо порівнюються величини з однаковими розмірностями, так і розмірним, якщо розмірності P_{II} і P_C різні. Надалі буде показано, що на кінцевому результаті розрахунку ця особливість не відбивається. Якщо залежність P_C (P_{II}) нелінійна, то очевидно, що величина S не матиме постійного значення на всьому діапазоні зміни P_{II} . Для спрощення практичного розрахунку таку залежність можна апроксимувати прямою із застосуванням, наприклад, методу найменших квадратів. При цьому, природно, з'являється деяка похибка, величина якої застосована на всьому діапазоні зміни P_{II} . З огляду на те, що величини P_{II} і P_C , як правило, змінюються лише на невеликій ділянці можливого діапазону змін, апроксимацію прямої можна здійснювати лише для цієї ділянки, що значно знижує помилку апроксимації. Залежність P_C (P_{II}) може бути як пряма, так і обернена. В останньому випадку коефіцієнт S матиме знак мінус, який свідчить про те, що зі збільшенням параметра–причини відбувається зменшення параметра–наслідку.

Передавальний коефіцієнт S служить допоміжним засобом для визначення ряду інших кількісних зв'язків між параметрами технічного стану зернозбирального комбайна. Характерно, що для всіх зв'язків, крім зв'язку з причиною наробіток, імовірнісна складова у величині передавального коефіцієнта досить незначна (за винятком помилок вимірювальних приладів, присутніх в емпіричних зв'язках).

Між зміною параметра нижнього рівня і зміною наробітку також існує певна залежність, яка може бути охарактеризована передавальним коефіцієнтом. Цей передавальний коефіцієнт відображає динаміку зміни параметра технічного стану зернозбирального комбайна в часі. Він являє собою відношення приросту зміни параметра до приросту часу. На відміну від звичайного передавального коефіцієнта це відношення названо нами коефіцієнтом динамічності D параметра.

Очевидно, що кожен з параметрів технічного стану зернозбирального комбайну, що входять в причинно-наслідкову модель, повинен мати свій коефіцієнт динамічності, оскільки в зміну будь-якого параметра вносить свою частку і параметр-причина, що має безпосередній зв'язок з параметром наробіток, що служить для визначення коефіцієнта динамічності D_i деякого

параметра Π_{ci} , пов'язаного залежністю з параметром Π_{lj} . Впливає, що

$$\frac{d\Pi_{ci}}{d\Pi_{nj}} = \operatorname{tg}\theta, \text{ а } \frac{d\Pi_{nj}}{dt} = \operatorname{tg}\alpha, \text{ внаслідок чого } d\Pi_{ci} = \operatorname{tg}\theta \operatorname{tg}\alpha \text{ звідки:}$$

$$\frac{d\Pi_{ci}}{dt} = D_t = \operatorname{tg}\theta \operatorname{tg}\alpha = S_{ji} D_j \quad (2)$$

Висновок. Існують обґрунтовані аналітичні положення визначення коефіцієнта динамічності параметрів технічного стану зернозбиральних комбайнів. При цьому для визначення коефіцієнта динамічності i -го параметра N -го рівня необхідно знати передавальний коефіцієнт між j -м параметром $(N+1)$ -го рівня і i -м параметром N -го рівня, а також коефіцієнт динамічності j -го параметра $(N+1)$ -го рівня.

Література

1. Rogovskii I. L. Model of parametric synthesis rehabilitation agricultural machines / I. L. Rogovskii, V. I. Melnyk // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. – К., 2016. – Вип. 241. – С. 387–395.

2. Rogovskii I. L. Analyticity of spatial requirements for maintenance of agricultural machinery / I. L. Rogovskii, V. I. Melnyk // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. – К., 2016. – Вип. 251. – С. 400–407.

3. Rogovskii I. L. Analysis of model of recovery of agricultural machines and interpretation of results of numerical experiment / I. L. Rogovskii // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. – К., 2016. – Вип. 254. – С. 424–431.

4. Калініченко Д. Ю. Технічний засіб для перевірки прецизійних пар низького тиску паливних насосів сільськогосподарських машин / Д. Ю. Калініченко, І. Л. Роговський // Збірник тез доповідей Міжнародної наукової конференції “Earth Bioresources and Environmental Biosafety: Challenges and Opportunities” (4-8 листопада 2013 року). – К., 2013. – С. 57–59.

5. Калініченко Д. Ю. Пристрої для перевірки прецизійних пар паливних насосів і системи паливободачі низького тиску сільськогосподарських машин / Д. Ю. Калініченко, І. Л. Роговський // Збірник тез доповідей XIII всеукраїнської конференції науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів «Проблеми та перспективи розвитку технічних та біоенергетичних систем природокористування» (11-15 березня 2013 року). – К., 2013. – С. 121–122.

Аннотация. В наших исследованиях нами установлено, что причинно-следственная модель поддается весьма эффективному анализу с применением ряда количественных характеристик. В этих целях мы использовали прежде всего аналогию технической системы, которой является зерноуборочных комбайн, со структурой измерительных приборов при проведении анализа причин, влияющих на точность их показаний для установления коэффициента динамичности параметров технического состояния.

Связь между параметром-причиной и параметром-следствием может быть описана как аналитической, так и эмпирической зависимостью. При этом, если параметр является следствием нескольких параметров-причин, то зависимость с каждым из них описывается в предположении постоянства, других параметров-причин.

Между изменением параметра нижнего уровня и изменением времени также существует определенная зависимость, которая может быть охарактеризована передаточным коэффициентом. Этот передаточный коэффициент отражает динамику изменения параметра технического состояния зерноуборочного комбайна во времени. Он представляет собой отношение прироста изменения параметра к приращению времени. В отличие от обычного передаточного коэффициента это отношение названо нами коэффициентом динамичности параметра.

В статье установлено, что каждый из параметров, входящих в причинно-следственную модель механизма, должен иметь свой коэффициент динамичности, так как в изменение данного параметра вносит свою долю и параметр-причина, что имеет непосредственную связь с параметром времени, что служит для определения коэффициента динамичности некоторого параметра технического состояния зерноуборочного комбайна.

Summary. In our studies we found that a causal model amenable to a very effective analysis using a set of quantitative characteristics. To this end, we used primarily the analogy of the technical system, which is a combine harvester, the structure of the measuring instruments when conducting analysis of the causes affecting the accuracy of their testimony to establish the coefficient of dynamic parameters of the technical condition.

The relationship between the parameter and the cause parameter, the result can be described by both analytical and empirical dependence. If the parameter is a consequence of several parameters-the reasons, then the relationship with each of them is described in the assumption of constancy of other parameters-reasons.

Between the parameter change at the lower level and a change in the time also there is a certain correlation which can be characterized by the transfer coefficient. This transfer coefficient reflects the dynamics of the parameter of the technical state of combine harvester in time. It represents the ratio of increment of

change of the parameter by the increment of time. In contrast to the usual transfer ratio is the ratio called the coefficient of dynamic parameter.

The article established that each of the parameters included in the causal model of the mechanism must have a coefficient of dynamism, as in the change of this parameter contributes its share, and-the reason that has a direct relationship with the time parameter that serves to determine the dynamic factor of some parameter of the technical state of combine harvester.

ОСОБЛИВОСТІ ПРОГРАМИ ВИПРОБУВАНЬ ЛІСОВОЇ ТЕХНІКИ, ЯКА ЕКСПЛУАТУВАТИМЕТЬСЯ НА ТЕРИТОРІЇ З УХИЛОМ: СТІЙКІСТЬ ТА ТЯГОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

О. Мачуга, канд. фіз.-мат. наук, доц.,
Національний лісотехнічний університет України,
Я. Сало,
Я. Ценюх,
Львівська філія УкрНДПВТ ім..Л.Погорілого

Експлуатація сучасної лісової техніки, яка призначена для територій з ухилом, потребує визначення меж допустимої експлуатації. Це зумовлено наявністю асиметрично розташованого робочого органу – стріли (маніпулятора зі зрубуванням стовбуром) та виконання ним технологічних операцій у процесі руху висхідною лінією лісосіки з ухилом.

Представлено теоретичні результати щодо визначення тягових характеристик та опорних реакцій таких самохідних лісових машин, подано графічні залежності таких характеристик від параметрів машин та умов їх експлуатації. Визначено умови безпечної роботи харвестерів. Окреслено засоби щодо лабораторних та стендових випробувань розгляданої лісової техніки стосовно лісосік із ухилом, зокрема – умови стійкості.

Ключові слова: *лісогосподарська техніка, стійкість техніки на схилах, безпека роботи.*

Вступ. Постановка проблеми. Механізація лісогосподарських робіт є надзвичайно гострою проблемою для нашої держави [1]. У ряді країн Центральної Європи, Скандинавських країнах, у Канаді та США ця проблема вирішується зокрема шляхом використання багатофункційних лісозаготівельних комплексів – харвестерів та форвадерів [2] (див. рис. 1).

Використання такого підходу в Україні утруднюється рядом причин. Насамперед – висока вартість таких комплексів за відсутності вітчизняних аналогів. Далі – невисока транспортна доступність наших лісових масивів [3]. Крім того – значна частина лісового фонду України знаходиться в Карпатському регіоні, де практично усі лісосіки розташовані на територіях із ухилом до горизонту. Цей фактор викликає ряд додаткових застережень щодо експлуатації харвестерів та аналогічних машин і механізмів.

Виконання операцій лісозаготівельних комбайнів відбувається протягом руху механізму лісосікою. В гірських місцевостях харвестер може рухатись висхідними траєкторіями. Це потребує оснащення такої техніки двигунами більшої потужності, порівняно з машинами для рівнинних умов роботи.



а



б

Рисунок 1 – Зарубіжна лісозаготівельна техніка: а - харвестер фірми *John Deere*, б – форвадер фірми *Ponsse*

Теоретичні розрахунки тягових характеристик таких самохідних лісових машин [4] потрібно апробувати під час експлуатаційних випробувань в натурних умовах та на спеціалізованих стендах.

Експлуатація харвестерів пов'язується з нерівномірністю навантаження рушіїв правого та лівого бортів, що зумовлюється наявністю асиметрично розташованого начіпного технологічного обладнання – стріли (маніпулятора із харвестерною чи процесорною головкою), яка може утримувати чи опрацьовувати стовбур зрізаного дерева. Така асиметрія посилюється на лісосіках з ухилом, що може призвести до непередбаченої втрати самохідної лісової машини внаслідок перекидання чи поздовжнього або поперечного ковзання рушіїв по опорній поверхні. Отже всебічна перевірка теоретичних результатів щодо тягових характеристик та показників стійкості експлуатованих у гірських умовах харвестерів і форвадерів на спеціалізованих стендах із розробленням відповідної програми випробувань є актуальним та важливим народногосподарським завданням.

Виклад основного матеріалу. Розглянемо колісний харвестер, який рухається площиною з ухилом α до горизонту зі швидкістю v уздовж осі, яка утворює кут β з висхідною лінією площини руху. Зрізання дерев виконується стрілою (маніпулятором з харвестерною/процесорною головкою). Напрямок стріли відведено від напрямку руху на кут γ (рис. 2).

Уведемо декартову систему координат $Ox_1y_1z_1$ з горизонтальною площиною x_1Oy_1 , та віссю z_1 перпендикулярною до неї. Осі x_1, y_1, z_1 утворюються повертанням осей x, y, z на кут α навколо Ox , координатна площина x_1Oy_1 збігається з площиною руху харвестера, вісь z_1 утворює кут α з віссю z . Осі координат x_2, y_2, z_2 утворюються шляхом повороту осей x_1, y_1, z_1 на кут β навколо Oz_1 так, що координатна площина x_2Oy_2 збігається з площиною руху, а напрям руху розгляданого механізму співвісний з y_2 .

Наслідуючи метод [5], уведемо нормальні складові реакції ґрунту на

рушіїв R_i , ($i = 1 \div 4$), прикладені до центрів контактних ділянок рушіїв уздовж нормалі до поверхні руху механізму та T_i , ($i = 1 \div 4$) тангенційні (дотичні) складові цих реакцій. F_{ki} , ($i = 1 \div 4$) – колові сили на тягові колеса, прикладені уздовж напрямку руху. Вважаємо усі колеса тяговими, а точку прикладання сил – у центрі мас контактних ділянок рушіїв з ґрунтом. M_{fi} , ($i = 1 \div 4$) – моменти опору коченню коліс. G_T – сила ваги механізму (без урахування ваги стріли та харвестерної головки), прикладена у його центрі мас, направлена вертикально вниз. Сила G_T має складові: нормальну до площини руху силу $G_T \cdot \cos \alpha$ та дотичну складову в площині x_2Oy_2 . Розглянемо двосекційний шарнірний маніпулятор. Довжини секцій L_{M1} та L_{M2} , сили ваги - G_{M1} та G_{M2} , прикладені вертикально вниз у центрах мас, які знаходяться на висоті від площини колових осей відповідно – h_{M1} та h_{M2} . Сила ваги головки G_H , прикладена у її центрі мас на висоті h_H від поверхні руху, 2φ – кут розкриття маніпулятора. Для телескопічної стріли – маніпулятора викладки є аналогічні в припущенні $\varphi=90^0$. Силами інерції та чолового опору потоку повітря нехтуємо.

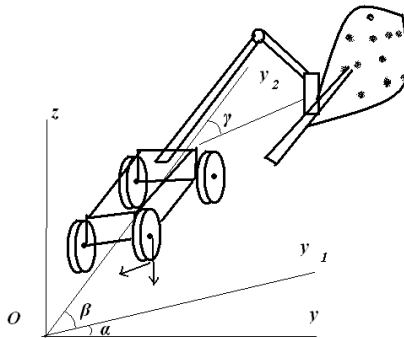


Рисунок 2 – Схема руху харвестера територією з ухилом

Рух харвестера лісосікою в гірській місцевості може супроводжуватись одночасним виконанням ним окремих технологічних операцій, які пропонується згрупувати так: А – захоплення стовбура, Б – зрізання дерева, В – падіння дерева, Г – первинне оброблення стовбура. На всіх етапах виконується ряд допоміжних операцій, зокрема робота механізму стабілізації положення платформи кабіни тощо. Результати тягових розрахунків харвестера з одночасним виконанням ним технологічних операцій представлено в роботі [6].

Задача полягає у визначення нормальних і дотичних реакцій опорної поверхні (ґрунту) від дискретної дії рушіїв харвестера, який рухається гірською лісосікою й одночасно виконує операції виробничої функції.

Нормальні складові опорних реакцій визначаються з рівнянь рівноваги

просторової системи сил, перпендикулярних до напрямку руху харвестера лісосікою. Ці сили (нормальні складові реакцій, проекції сил ваги складових харвестера на нормаль до напрямку руху тощо) утворюють паралельну систему, для якої слід застосувати одне рівняння рівноваги сил уздовж лінії спільного напрямку дії (вісь z на рисунку 2) та два рівняння рівноваги моментів відносно осей, які перетинаються. Для тривісного харвестера кількість невідомих нормальних реакцій – 4, тому ця система сил є статично невизначеною.

Вважатимемо, що у складеному (транспортному) положенні маніпулятора харвестера, який рухається горизонтальною площиною, центр ваги механізму знаходиться у такій точці, що всі нормальні реакції опорної поверхні (ґрунту) – рівні між собою:

$$R = \frac{1}{6}(G_T + G_{M1} + G_{M2} + G_r), \quad (1)$$

де R – середнє значення опорної реакції на одне колесо.

Для складання рівняння рівноваги розгляданої системи сил слід виконати ряд громіздких геометричних побудов, які тут випущено. Рівняння рівноваги моментів відносно осі, яка проходить через центри мас контактних ділянок рушіїв з ґрунтом має вигляд:

$$\left[G_T \frac{b}{2} + G_{M1} \frac{b - l_{M1}^{np}}{2} + G_{M2} \frac{b - 2 \cdot l_{M1}^{np} - l_{M2}^{np}}{2} + G_r \left(\frac{b}{2} - l_{M1}^{np} - l_{M2}^{np} \right) \right] \cdot \cos \alpha - \\ - (R_4 + R_5 + R_6) \cdot b + \\ + (G_T \cdot (h_c + r) + G_{M1} \cdot (h_{M1} + r) + G_{M2} \cdot (h_{M2} + r) + G_r \cdot r) \cdot \sin \xi = 0, \quad (2)$$

у припущенні, що центр мас харвестерної головки знаходиться на рівні колової осі, r – радіус рушії цієї колової осі.

Для побудови рівняння рівноваги моментів відносно колової осі рушіїв $i = 1; 4$, щоб спростити викладки, вважається, що стріла харвестера змонтована на осі рушіїв $i = 1; 4$, центр мас харвестера знаходиться над віссю рушіїв $i = 2; 3$, база харвестера a , відстань між осями рушіїв $i = 1; 4$ та $i = 2; 3$ рівна a_2 . Отже:

$$\sin \theta (G_T \cdot h_c + G_{M1} \cdot h_{M1} + G_{M2} \cdot h_{M2}) - a_2 (R_2 + R_5) - a (R_3 + R_4) + \sum_{i=1}^6 T_i \cdot r \cos \beta + \\ + \left[G_T \cdot a_2 - \left[G_{M1} \cdot \frac{L_{M1}}{2} + G_{M2} \left(L_{M1} + \frac{L_{M2}}{2} \right) + G_r (L_{M1} + L_{M2}) \right] \sin \varphi \cos \gamma \right] \cos \alpha + \\ + \sum_{i=1}^6 T_i \cdot r \cos \beta = 0, \quad (3)$$

де $\sum_{i=1}^4 T_i$ – сума тангенційних складових реакцій опорної поверхні (ґрунту),

яка визначається із рівняння рівноваги проекцій діючих сил на вісь Oy_1 :

$$\sum_{i=1}^4 T_i = (G_T + G_{M1} + G_{M2} + G_{\bar{A}}) \cdot \sin \alpha. \quad (4)$$

Система рівнянь (2), (3), (4) побудована для визначення нормальних складових реакцій опорної поверхні – ґрунту для харвестера в робочому положенні. Аналогічна система рівнянь може бути записана для опорних реакцій у випадку утримання харвестером натягнутого або зрубаного стовбура заміною ваги харвестерної головки на суму ваги головки та стовбура:

$$G_T \Rightarrow G_T + G_{CT}. \quad (5)$$

Дотичні (тангенційні) складові реакцій опорної поверхні визначаються двома рівняннями рівноваги – проекцій діючих сил на вісь Oy_1 (4) та моментів сил у площині x_1Oy_1 відносно будь-якого центра.

Інженерні методи розв'язування побудованої вище системи рівнянь для конкретних прикладів машин та практичне використання отриманих результатів базуються на розгляданні реакції найбільш завантаженого рушія R_1 і її безрозмірного значення R_1^0 , віднесеного до цієї ж реакції у нейтральному положенні на ухилі. Деякі результати наведено нижче. Для харвестера зі зрізаним стовбуром, затисненим у головці

$$R_1 = \cos \alpha \frac{G_T + G_{M1} + G_{M2} + G_T + G_{CT}}{6} + 2 \frac{G_T + G_{CT}}{b} (L_{M1} + L_{M2}) \sin \gamma \cos \alpha, \quad (6)$$

Для безрозмірної величини R_1^0 , у випадку окремих типів харвестерів зі стовбуром, діаметр якого на висоті зрізу 62,5 см, отримано: $R_1^0 = 1 + 8,207 \cdot \sin \gamma$, залежність реакції R_1^0 від кута γ для деяких харвестерів подано на рисунку 3.

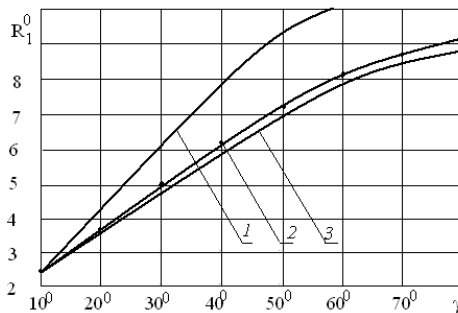


Рисунок 3 – Залежність безрозмірної реакції R_1^0 від положення маніпулятора: 1 - Timberjack 1270 D, 2 - Valmet 911.3, 3 - Амкодор 2551

Аналізуючи отриманий результат, зазначимо, що ухил лісосіки α та напрям руху β з одночасним виконання виробничої функції харвестера, суттєво впливають на опорні реакції ґрунту на рушій, які можуть у декілька разів перевищувати такі ж величини під час статичного положення механізму на горизонтальній площині у складеному положенні. Зрозумілим є те, що на величину найбільшої реакції впливає асиметричне навантаження від головки харвестера із затисненим стовбуром з плечем, рівним розкладеному маніпулятору. Представлений на рис. 3 розв'язок задачі близький до реального стану в межах зміни кута $\gamma = 20^0 \div 45^0$, оскільки в цьому діапазоні слід очікувати виконання умови $R_6^2 \approx 0$, за якої побудовано розв'язок (14) та отримано достатні для інженерної оцінки силових параметрів рушіїв розв'язки.

Визначення дотичних складових реакцій опорної поверхні виконується в припущенні, що найбільш завантаженим є рушій, над яким розташований маніпулятор з багатоопераційною головкою та захопленим стовбуром, розподіл тангенційних реакцій між іншими рушіями є несуттєвим.

$$T_{I=1}^0 = 1 + 6 \cdot \frac{M_{\omega} \cdot \frac{1}{\sin \alpha} + (G_T + G_{CT}) \cdot (L_{M1} + L_{M2}) \cdot \sin(\beta - \gamma)}{a_2 \cdot (G_T + G_{M1} + G_{M2} + G_T + G_{CT})}. \quad (7)$$

Відношення (15) свідчить про те, що величина сумарної тангенційної реакції для рушія під розкладеним та задіяним в операціях виробничої функції є більшим від величини тангенційної реакції для транспортного положення харвестера. У випадку тестового прикладу – харвестера Valmet 911, $a_2 = 1,65 + 1,85 = 3,5\text{ м}$, $M_{\omega} = 4,05 \cdot 10^4 \text{ Нм}$. Вирази для повної та відносної тангенційної реакції наберуть вигляду:

$$T_1 = 11600 + (109600 \cdot \sin(\beta - \gamma) + 34400) \cdot \sin \alpha \text{ Н},$$

$$T_1^0 = 1 + \frac{0,337}{\sin \alpha} + 3,189 \cdot \sin(\beta - \gamma), \quad (8)$$

Графіки їхньої залежності від кута γ для деяких значень ухилу α представлено на рисунку 4. Із аналізу наведених результатів зазначимо, що абсолютні величини дотичних складових реакцій є порівняльними зі значеннями нормальних складових, що вказує на необхідність урахування T_1 під час вибору типорозміру рушіїв для роботи у гірських місцевостях із забезпеченням можливості виконання механізмом операцій виробничої функції. З наведених графіків визначаються умови експлуатації розгляданого тестового механізму без проковзування його рушіїв для конкретного типу ґрунту та ухилу поверхні руху.

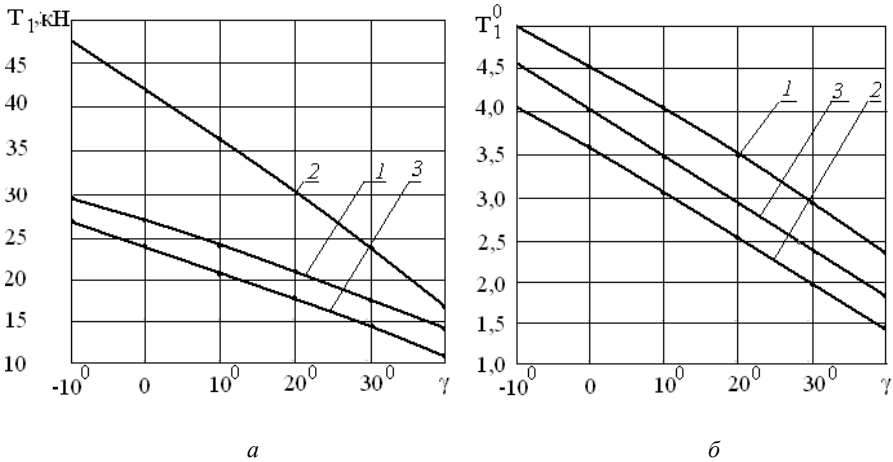


Рисунок 4 – Залежності абсолютної – *a* та відносної – *б* дотичної складової реакції опори першого рушій від кута відхилення стріли-маніпулятора γ від напрямку руху харвестера лісосікою для деяких значень кутів: 1 - $\alpha = 10^0$, $\beta = 30^0$; 2 - $\alpha = 20^0$, $\beta = 30^0$; 3 - $\alpha = 10^0$, $\beta = 20^0$

Відзначимо, що для руху харвестера з одночасним виконанням ним операцій виробничої функції в розгляданих експлуатаційних умовах лісосіки з ухилом, навантаження на рушій суттєво можливо у декілька разів відрізняється від усереднених значень. Певний вплив рушіїв мають і дотичні складові реакції опорної поверхні (грунту), які для розгляданих машин складають 14,5 – 16,5 % від сумарної реакції та викликають 1,1 – 1,8 % довантаження рушіїв у порівнянні із стандартними варіантами руху

Такі дані слід враховувати під час оцінок фактичних ризиків гірської лісозаготівлі, а також у процесі опрацювання експериментальних даних для випадків значної асиметрії навантаження, ухилом поверхні руху та динамічним впливом начіпних знарядь на рушії. Експлуатація харвестерів зі стандартним рівнем екологічних ризиків і зменшення рівня пошкоджень у розгляданих умовах викликає необхідність певних обмежень: робота з маніпулятором, що розкривається не на всю довжину, а на певний кут, який можна визначити за використання запропонованого підходу; обмеження потужності повороту та підймання стріли - маніпулятора із затисненим стовбуром тощо.

Результати теоретичних розрахунків можна уточнювати під час експлуатаційних випробувань харвестерів різних форм із внесенням таких результатів у відповідні технічні регламенти для забезпечення належного рівня промислової безпеки та охорони праці робітників галузі. Проведення такого типу експлуатаційних випробувань доцільно реалізувати на спеціалізованому ваговому та стендовому обладнанні УкрНДПВТ (смт.

Магерів Львівської обл.), представленому на рисунку 5.

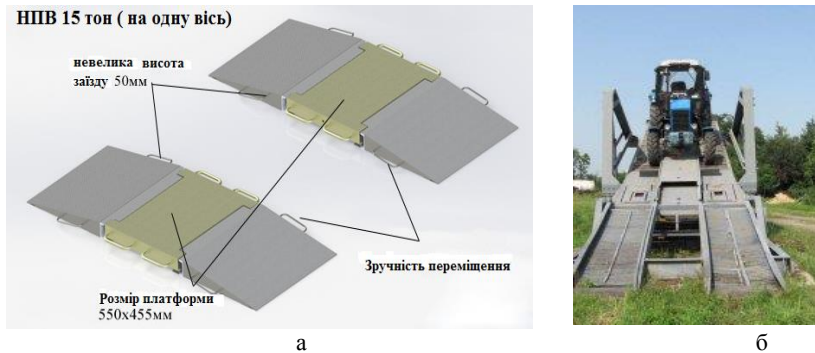


Рисунок 5 – Вагове та стендове обладнання Львівської філії УкрНДПВТ

Пропонується [7] схема механізму з тросом щоб запобігти перекиданню – рисунок 6. Під час проведення дослідів слід огорожувати майданчик від проникнення сторонніх осіб.

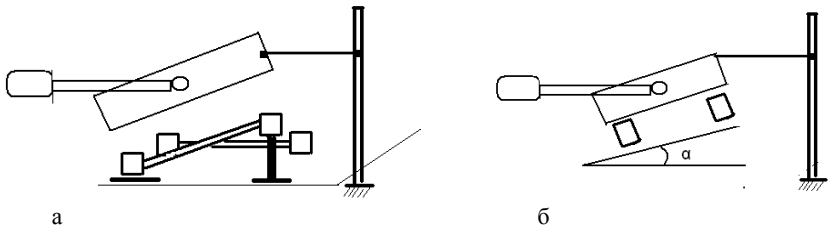


Рисунок 6 – Кріплення страхувального троса у випробуваннях стійкості механізму під час наїзду на перешкоду (а) та перекидання (б)

Висновки. Отримано аналітичні вирази тягових характеристик і опорних реакцій харвестера, який рухається гірською лісосікою та одночасно виконує операції технологічної функції. Ці вирази побудовано залежно від геометричних та силових параметрів розгляданого механізму та умов його експлуатації. Встановлено, що ухил лісосіки, напрям руху механізму та положення робочого органу суттєвим чином впливають на тягові характеристики машини загалом та величину опорних реакцій окремих рушіїв, що може призвести до втрати стійкості механізму на ухилі.

Визначено підходи і засоби спеціалізованої програми випробувань харвестера на територіях з ухилом. Представлені результати можуть бути практично реалізовані під час випробувань відповідної лісової техніки в умовах Львівської філії УкрНДПВТ ім. Л.Погорілого.

Література

1. Статистичний збірник "Регіони України". Ч. I – II / Київ.- 2006.
2. Библюк, Н. І. Лісозаготівельні комбайни: особливості конструкції, функційні схеми, перспективи / Н. І. Библюк, О. С. Мачуга // Вестник национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт». Серия Машиностроение. – Київ: НТУУ «КПІ». – 2009. – вип. 55. - С. 235 – 241.
3. Стиранівський, О. А. Моделювання транспортного освоєння гірського лісового масиву з врахуванням потенційних екологічних ризиків / О. А. Стиранівський // Праці ЛАНУ. - 2004. - Вип. 3. - С. 133 - 138.
4. Мачуга, О. С. Особливості проектування лісозаготівельної техніки для роботи на територіях з ухилом. Частина 1. Математична модель / О. С. Мачуга // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Математичне моделювання в техніці та технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ», 2014. – №6 (1049). – С. 130-144.
5. Библюк Н. І. Лісотранспортні засоби:теорія:підручник / Н. І. Библюк. - Львів: Видавничий дім «Панорама», 2004 . – 453 с.
6. Мачуга, О. С. Особливості проектування лісозаготівельної техніки для роботи на територіях з ухилом. Частина 2. Розв'язування практичних задач та використання результатів / О.С. Мачуга // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Математичне моделювання в техніці та технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ», 2014. – №18 (1061). – С. 94 - 109.
7. Кузняк, В. Й. Особливості програми експлуатаційних випробувань лісової техніки, що планується до експлуатації у гірській місцевості: Умови безпеки / В. Й. Кузняк, О. С. Мачуга // Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності: Збірник наукових праць XII Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, курсантів та студентів (Львів – 2017): [в 2 частинах]. Ч.2. – Львів: ЛДУ БЖД, 2017. – С. 129 – 131.

Аннотація.

Експлуатація сучасної лісової техніки, призначеної для територій з ухилом, потребує визначення границь допустимості експлуатації. Це обумовлено наявністю асиметрично розташованого робочого органу – стрели (маніпулятора со срезанным стволом дерева), а також виконанням технологічних операцій в процесі руху механізму восходящей лінійної лесосеки з ухилом.

Представлені теоретичні результати по визначенню тягових характеристик і опорних реакцій таких самоходних лісових машин, представлені графічні залежності таких характеристик від параметрів машин і умов їх експлуатації. Визначені умови безпечної роботи харвестерів. Означені засоби для проведення лабораторних і стендових випробувань розглянутої лісової техніки відносно лесосек з ухилом, в частині - умови стійкості.

Summary.

Exploitation of modern forestry equipment, which is intended for areas with a slope, needs to determine the limits of permissible operation. This is due to the presence of an asymmetrically located working body – beam (manipulator with a cut tree) and the implementation of technological operations in the process of moving uphill line of the felling area with a slope.

The theoretical results concerning determination of traction characteristics and reference reactions of such self-propelled forest machines are presented, graphic dependences of such characteristics on the parameters of machines and conditions of their operation are given. Conditions of safe work of harvesters are determined. The means for laboratory and bench testing of the considered forest technology concerning the slope with the slope, in particular stability conditions, are outlined.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІДНОВЛЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ МАШИН ДЛЯ ЛІСОТЕХНІЧНИХ РОБІТ

Л. Тігова, канд. техн. наук,

І. Роговський, канд. техн. наук,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

У статті наведено результати досліджень підвищення ефективності процесів використання і відновлення працездатності лісових мобільних енергетичних засобів через обґрунтування механізму усунення наслідків їхніх відмов мобільними засобами.

Установлені основні закономірності взаємодії трудомісткості усунення наслідків відмов лісових МЕЗ з урахуванням складу, наробітку за лісотехнічний цикл і на відмову, трудомісткості відновлення працездатності, що дозволяє визначити технічні вимоги до відновлення працездатності.

Практичне значення одержаних результатів полягає в розробці рекомендацій із застосування інженерними службами лісогосподарських і лісодослідних підприємств, мобільних засобів відновлення працездатності лісових МЕЗ під час виконання лісопромислових, лісозаготівельних і лісопереробних робіт, що дозволяє забезпечити ефективне використання високопродуктивних лісових МЕЗ, зменшити затрати трудових і фінансових ресурсів у лісогосподарській і лісодослідній діяльності.

Ключові слова: *параметр, режим, коефіцієнт готовності, відновлення, працездатність, лісовий МЕЗ.*

Постановка проблеми. У сучасних умовах лісопромислової галузі економіки України висувуються підвищені вимоги до технічного стану існуючого парку машин для лісотехнічних робіт. Особливе значення займають лісові мобільні енергетичні засоби (далі – МЕЗ). Реальний стан, який склався в країні характеризується використанням лісових МЕЗ, що відпрацювали свій амортизаційний період. Тобто це більше 60 % свого ресурсу, тому їхня технічна готовність залежить від інженерних заходів відновлення працездатності.

За умови низького технічного рівня лісопромислового виробництва такі заходи мають першочергове значення щодо забезпечення своєчасності й якості виконання механізованих лісопромислових процесів, а тому потребують обґрунтуванню за параметрами і режимами, спрямованими на забезпечення виробництва конкурентоспроможної лісопромислової продукції у заданих обсягах. Вирішення наукової задачі криється в установленні

закономірностей відновлення працездатності лісових МЕЗ, створюючи таким чином умови зменшення витрат трудових і фінансових ресурсів та підвищення ефективності використання лісових МЕЗ. Такий підхід обумовлює актуальність теми, що і є основною задачею цього дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Результати досліджень Жулана О. Ю., Войцеховської Ю. В., Taylor J. C., Dethoog J. M., Hwang C. L., Мартинців М. П., Налобіної О. О., Войтюка В. Д., Лебедєва В. Д., Анісімова Г. М., Бикова В. В., Марущака Я. Ю., Ковальова М. Ф., Машкіної І. В., Баддур Алаа, Бадери Й. С., Янгурського К. І. наводять дані, що тенденція розвитку лісопромислового виробництва полягає в розробленні мобільних засобів відновлення працездатності лісових МЕЗ, які об'єднують окремі модулі в єдине ціле. Структурними одиницями таких засобів є їхні складові, які слугують основою для створення математичних моделей [1-3]. Одним із засобів підвищення надійності та ефективності лісових МЕЗ є їх своєчасне технічне обслуговування [4, 5].

Аналіз структур і функціональних можливостей існуючих систем відновлення працездатності машин для лісотехнічних робіт різного призначення, шляхів підвищення надійності їхнього функціонування, а також огляд теоретичних досліджень у сфері інноваційних стратегій технічного обслуговування дозволили сформулювати мету і завдання роботи.

Мета статті – підвищення ефективності процесів використання і відновлення працездатності лісових МЕЗ через обґрунтування механізму усунення наслідків їхніх відмов мобільними засобами.

Виклад основного матеріалу досліджень. Імітаційна модель відновлення працездатності лісового МЕЗ (ІМ) описує його функціонування у вигляді послідовності операцій або груп операцій, які виконуються із застосуванням прикладних комп'ютерних програм. Складовими частинами ІМ є опис елементів, які утворюють систему, і опис структури системи, тобто сукупності зв'язків між елементами. Ці описи представлені у формі алгоритму, на основі якого розроблена прикладна програма. Будуючи ІМ, припущення щодо режиму їх функціонування приймаються такими ж, як і для аналітико-ймовірнісної моделі. Лісовий МЕЗ відноситься до дискретних стохастичних систем з постійною структурою, для моделювання в яких широко використовується мова Borland Delphi 7 через сегменти (рис. 1).

За результатами порівняння аналітичного моделювання та ІМ можемо констатувати, що оптимальна періодичність відновлення працездатності лісових МЕЗ однакова в цих двох випадках, а коефіцієнт готовності, відповідно 0,923 і 0,903 (розбіжність 1,9%). При цьому відносні похибки не перевищують допустимих значень і відповідають адекватному узгодженню результатів аналітичного моделювання та ІМ у дослідженій області характеристик лісових МЕЗ, обґрунтовуючи адекватність запропонованих аналітичних моделей.

Вибір тієї чи іншої стратегії відновлення працездатності істотно залежить від організації роботи та конструктивних особливостей лісових МЕЗ. Однак, для більш глибокого дослідження поведінки моделей відновлення працездатності лісових МЕЗ у процесі експлуатації необхідна розробка та дослідження критеріїв оцінки якості їх функціонування.

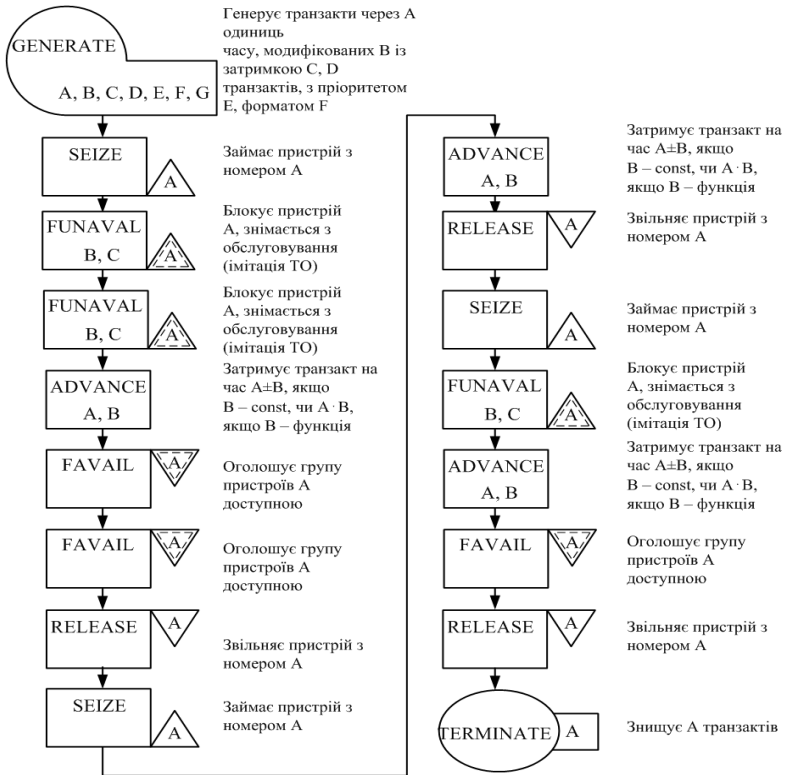


Рисунок 1 – Сегмент, який описує процес ТО, відмов і відновлень лісового МЕЗ

У результаті проведених експериментальних досліджень в умовах виробничого циклу ДП Лугинське ТОВ «Європейська лісопереробна група» було отримано ряд ($n=48$) значень коефіцієнта готовності лісових МЕЗ. Обробіток статистичних даних виконуємо згідно із загальноприйнятими інженерними методиками з використанням прикладної програми “MathLab”. Результати вирівнювання емпіричного розподілу цих значень – за нормальним законом (рис. 2). Статистичні оцінки цього розподілу: середнє значення коефіцієнта готовності $\bar{K}_r = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_{r_i} = 0,57$; середньоквадратичне

відхилення $\sigma_{K_G} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_1^n (K_{G_i} - \bar{K}_G)^2} = 0,16$. Тоді функція щільності

розподілу матиме наступний вигляд:

$$f(K_{G_i}) = \frac{1}{\sigma_{K_G} \sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(K_{G_i} - \bar{K}_G)^2}{2\sigma_{K_G}^2}\right] = 2,49 \exp[-19,53(K_{G_i} - 0,57)^2]$$

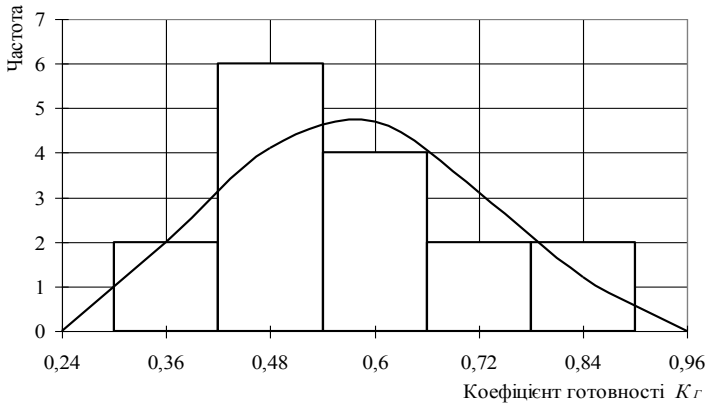


Рисунок 2 – Гістограма та теоретична крива розподілу K_G лісового МЕЗ

Перевірка згоди емпіричного і теоретичного законів розподілу за критерієм Пірсона χ^2 показала, що зі ймовірністю не менше 60 % нормальний закон розподілу можна використовувати як математичну модель розподілу коефіцієнта технічної готовності лісових МЕЗ, які відпрацювали амортизаційний термін. Ефективність викладених підходів до оцінки коефіцієнта готовності і його довірчих меж лісових МЕЗ (табл. 1), були визначені паралельно двома способами – обробіткою статистичного ряду розподілу K_{G_i} і побічно – за наведеними аналітичними виразами.

Таблиця 1 – Зведені дані оцінки коефіцієнта готовності лісового МЕЗ

Параметр	Метод розрахунку	
	статистичний	аналітичний
Величина вибірки n	48	48
Оцінка значення K_G	0,57	0,54
Середньоквадратичне відхилення σ	0,16	—
Довірча ймовірність α	0,90	0,90
Довірчі межі	0,50...0,64	0,24...0,78

Для $t=0,75$ і $\kappa=n-1=47$ за загальновідомими табличними даними знаходимо $S(t)=0,767$. Ймовірність того, що розбіжність випадкова, рівна $1 - S(t)=0,233 > 0,05$. Розбіжність між теоретичними та експериментальними

параметрами розподілу несуттєва, тобто випадкова, і тому теоретичне значення оцінки коефіцієнта готовності підтверджується експериментом.

Як математичну модель розподілу коефіцієнта готовності лісових МЕЗ, які відпрацювали амортизаційний термін, зі ймовірністю $P(\chi^2)=0,60$ можна використовувати нормальний закон розподілу з параметрами $\bar{K}_r = 0,57$ і $\sigma_{K_r} = 0,16$. Середнє значення коефіцієнта готовності цих машин зі ймовірністю 90% лежить в межах 0,50...0,64.

Критеріями оцінки економічності функціонування лісових МЕЗ з урахуванням відновлення їх працездатності на нескінченному інтервалі часу є: S – математичне очікування прибутку в одиницю лісопромислового циклу; C – математичне очікування витрат в одиницю часу безвідмовності лісового МЕЗ. Тоді дослідивши оптимальний τ , за відповідних значень S і C у пакеті Maple для вихідних даних показують, що періодичність відновлення працездатності лісових МЕЗ, оптимальна за однією характеристикою, неоптимальна за іншою – відхилення становить близько 18%.

Також можемо констатувати, що зменшення прибутку за одиницю часу справного функціонування лісового МЕЗ (c_1) і підвищення витрат на техобслуговування за одиницю часу відновлення і техобслуговування (c_2, c_3, c_4) призводять до зниження математичного очікування прибутку S і зростання математичного очікування витрат C . При цьому більшу інтенсивність впливу на значення середнього прибутку S має зміна економічних складових, а саме: затрат на відновлення лісових МЕЗ, затрат на профілактичні дії та прибутку від справного функціонування лісових МЕЗ, ніж від математичних очікувань часів безвідмовної роботи та відновлення.

Також надаємо висновок про те, що техобслуговування підвищує K_r лісового МЕЗ за моделлю в межах 18...27%. Однак зі збільшенням часу відновлення K_r лісового МЕЗ зменшується, проте, чутливість до збільшення часу відновлення працездатності лісового МЕЗ без техобслуговування – 19%, а у лісового МЕЗ з техобслуговуванням – 2...7%.

На практиці прагнуть до збалансованості трудомісткості добових програм, або ж виникає нерівномірність використання засобів відновлення працездатності лісових МЕЗ, а в дні «пік» відбувається порушення плану-графіка і частина трудомісткості залишається невиконаною. Загалом, рівномірний вихід лісових МЕЗ до відновлення працездатності є необхідним для підвищення ритмічності лісопромислового виробництва. Експериментальними дослідженнями встановлено, що за виконання ТО-1 в 20 % випадків, а ТО-2 в 35% випадків – необхідний заявочний ремонт, який за трудомісткістю і фінансовими ресурсами значно перевищує регламентне відновлення працездатності. Загальна перевитрата добових фінансових ресурсів при цьому складає до 418 грн.

Системність відновлення працездатності лісових МЕЗ реалізується у вигляді прикладної програмної технології. Виходячи з сучасної практики

розробки та впровадження до лісопромислового виробництва інноваційних проектів, запропонована системність відновлення працездатності лісових МЕЗ орієнтована на кінцевого користувача – інженера-конструктора, інженера-проектувальника, інженера-експлуатаційника, які не є кваліфікованими науковцями. Тому застосовано зручний багатівіконний інтерфейс, який полегшує роботу з проектом і включає авторський модуль діалогу «Forest Mashinery» (рис. 3). Базовий варіант системності відновлення працездатності лісових МЕЗ передбачає, що у користувача є така інформація: кількість компонент системи та їх взаємозв'язок, тобто структура. Тоді забезпечується збір статистики за відмовами, проведення її обробки, а також визначення вибіркової математичних очікувань, вибіркової дисперсії та інших характеристик; визначення законів розподілу часу безвідмовної роботи, часу відновлення і технічного обслуговування досліджуваного лісового МЕЗ.

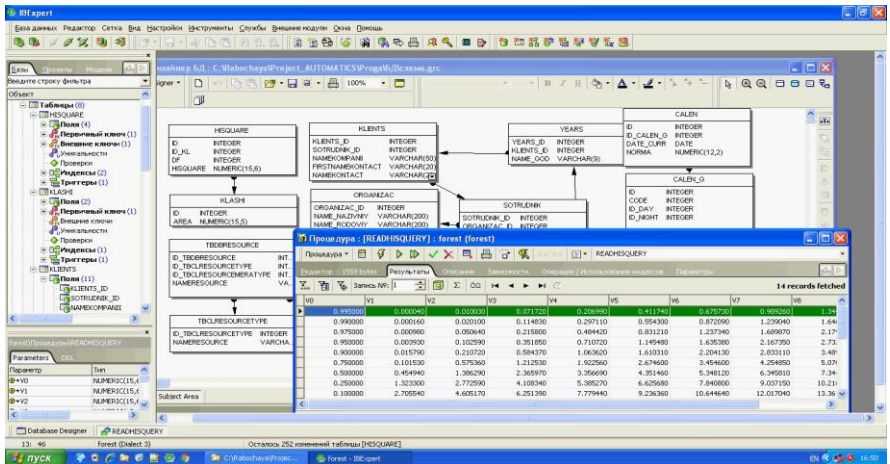


Рисунок 3 – Діалогове вікно проектування «Forest Mashinery»

Перевірку адекватності розроблених математичних моделей у виробничих умовах відновлення працездатності лісових МЕЗ розглянуто через процес функціонування лісопромислового циклу. Програма та методика експериментального дослідження згідно з ДСТУ 3004. Виробничий експеримент складався з двох частин. Перша полягала у визначенні закону розподілу напрацювання на відмову і часу відновлення лісового МЕЗ, друга – у перевірці адекватності стохастичних моделей (табл. 2).

Таблиця 2 – Результати досліджень експерименту K_T

Експеримент	Модель (10)	Похибка
0,867	0,912	4,8%

Результати моделі (табл. 2) відрізняються від експериментальних щодо K_T на 4,8%, що підтверджує достатній ступінь адекватності моделей відновлення працездатності лісових МЕЗ з урахуванням стратегій. За даними виробничого експерименту встановлені теоретичні закони розподілу деяких характеристик лісових МЕЗ: напрацювання на відмову описується за законом Ерланга 6-го порядку, а час відновлення – законом Ерланга 3-го порядку.

Можливості системності відновлення працездатності лісових МЕЗ з ухваленням інженерних рішень за оптимізації періодичності профілактичної заміни деталей приймається інженером-механіком на основі його досвіду і кваліфікації, що не сприяло значному підвищенню надійності лісового МЕЗ. У цих умовах нами запропонована блочність, яка дозволяє запровадити процес прийняття рішення на основі кількісних оцінок технічних і економічних показників функціонування лісових МЕЗ у виробничому лісопромисловому циклі.

Наведена залежність (рис. 4) для вихідних даних, взятих з виробничого експерименту, дозволяє стверджувати, що періодичність, не є оптимальною. Перевірка цього результату за допомогою системності надала коефіцієнт готовності $K_T = 0,9$. Тому запропоновані рекомендації щодо удосконалення інженерних заходів скоротили на 22% час відмов і підвищили коефіцієнт K_T МЕЗ на 12% у виробничих умовах.

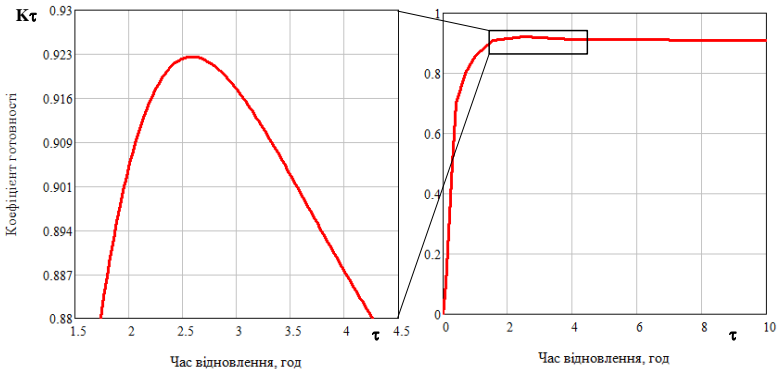


Рисунок 4 – Коефіцієнт готовності від періодичності відновлення працездатності лісового МЕЗ

Кінцевою метою представленого техніко-економічного аналізу виробничого застосування параметрів і режимів відновлення працездатності лісових МЕЗ є впровадження розроблених рекомендацій в ДП Лугинське ТОВ «Європейська лісопереробна група» за оптимальної періодичності відновлення працездатності, що дозволило підвищити коефіцієнт готовності лісових МЕЗ на 12%. Економічний ефект склав 32450 грн. за лісопромисловий цикл на лісовий МЕЗ.

Висновки

1. Сучасна тенденція розвитку лісопромислового виробництва полягає в розробленні мобільних засобів відновлення працездатності лісових МЕЗ, які об'єднують окремі модулі в єдине ціле. Структурними одиницями таких засобів є їхні складові, які слугують основою для створення математичних моделей. Одним із засобів підвищення коефіцієнта готовності та ефективності лісових МЕЗ є їх своєчасне техобслуговування.

2. Обґрунтованим є застосування наближеного методу знаходження стаціонарних характеристик відновлення працездатності лісових МЕЗ через алгоритм фазового укрупнення (параметр – коефіцієнт готовності, а режим – стратегія техобслуговування) за теорією напівмарковських процесів із загальним фазовим простором.

3. Запропоновані стохастичні та імітаційні моделі відновлення працездатності лісового МЕЗ містять опис елементів, які утворюють систему, і опис структури системи, тобто сукупності зв'язків між елементами. Ці описи відносяться до дискретних стохастичних систем з постійною структурою, для моделювання яких використано сегменти прикладного програмування (розбіжність 1,9%). При цьому відносні похибки не перевищують допустимих значень і відповідають адекватному узгодженню результатів аналітичного моделювання та ІМ у дослідженій сфері характеристик лісових МЕЗ, обґрунтовуючи адекватність запропонованих аналітичних моделей.

Література

1. Тітова Л. Л. Температура займання деревини при контактній взаємодії з металевою поверхнею в процесі тертя / Л. Л. Тітова, І. Л. Роговський // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. – К., 2012. – Вип. 170, ч. 1. – С. 321–331.

2. Тітова Л. Л. Методичні положення потреби в мобільних засобах техобслуговування лісових МЕЗ / Л. Л. Тітова, І. Л. Роговський // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. – К., 2014. – Вип. 196, ч. 3. – С. 146–152.

3. Тітова Л. Л. Коефіцієнт готовності лісових МЕЗ / Л. Л. Тітова // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. – К., 2014. – Вип. 196, ч. 3. – С. 232–238.

4. Titova L. L. Analysis of frequency of restorations serviceability of forestry machines / L. L. Titova, I. L. Rogovskii // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. – К., 2015. – Вип. 212, ч. 1. – С. 322–328.

5. Титова Людмила. Совершенствование системы восстановления работоспособности машин для лесотехнических работ / Людмила Титова, Иван Роговский // Motrol: Motorization and Energetics in Agriculture. – 2015. – Том 17, № 3. – P. 298–310.

Аннотация.

В статье приведены результаты исследований повышения эффективности процессов использования и восстановления работоспособности лесных МЭС путем обоснования механизма устранения последствий их отказов мобильными средствами.

В статье установлены основные закономерности взаимодействия трудоемкости устранения последствий отказов лесных МЭС с учетом состава, наработки в течении лесотехнического цикла и на отказ, трудоемкости восстановления трудоспособности, позволяет определить технические требования к восстановлению работоспособности.

Практическое значение полученных результатов заключается в разработке рекомендаций по применению, инженерными службами лесохозяйственных и лесоисследовательских предприятий, мобильных средств восстановления работоспособности лесных МЭС при выполнении лесопромышленных, лесозаготовительных и лесоперерабатывающих работ, что позволяет обеспечить эффективное использование высокопроизводительных лесных МЭС, уменьшить затраты трудовых и финансовых ресурсов при лесохозяйственной и лесоисследовательской деятельности.

Summary.

The thesis presents the results of research efficiency of the use and recovery of forest MEM by grounding mechanism eliminating the consequences of their failures mobile means.

The thesis established the basic laws of interaction of the complexity of eliminating the consequences of failures of forestry MEM given composition studies for forestry engineering cycle and the refusal, the complexity of rehabilitation, to determine technical requirements for performance recovery.

The thesis established the basic laws of interaction complexity mitigation of forestry MEM failures with regard to the composition, works for the forestry cycle and failures, labor recovery, to determine technical requirements for recovery.

The practical significance of the results is to develop recommendations for use, engineering services, forestry and forest research businesses of mobile recovery of forestry MEM in carrying timber, logging and timber processing operations, which allows for efficient use of high-performance wood oil plant, reduce the cost of labor and financial resources in economic forest and forest research activities.

УДК 631.317

ДОСЛІДЖЕННЯ ФОРМИ ВИКОПУВАЛЬНОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ

С. Маринін,

А. Кушнарьов, *д-р техн. наук, проф., чл.-кор. НААН,*

Л. Мариніна, *канд. техн. наук,*

УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого

У статті наведено теоретичні дослідження кришення ґрунту внаслідок дії викопувального робочого органу різних форм: круглої, прямокутної та клиновидної. Представлено закон розподілу тиску по кожній ділянці контакту робочого органу залежно від форми ділянки. Описано стенд для імітаційного моделювання процесу взаємодії «робочий орган-ґрунт» та методику стендових досліджень викопувального робочого органу круглої, прямокутної, клиновидної, а також лемішної форм. Практично досліджено мережу тріщин та розміри грудок утворених викопувальними робочими органами різних форм. Результатами стендових випробувань різних форм викопувальних робочих органів підтверджено теоретичні дослідження.

Ключові слова: *викопувальний робочий орган, форма, долото, мережа тріщин, стендові випробування.*

Постановка проблеми. Однією з головних функцій викопувального робочого органу є руйнування пласта ґрунту, утворення розгалуженої мережі тріщин та вилучення цибулин без ґрунтових домішок. Для визначення форми викопувального робочого органу, який якісно виконує ці функції з мінімальними енергозатратами, необхідно дослідити процес руйнування ґрунту.

Аналіз публікацій і результатів досліджень.

Науковими працями В. І. Вернадського, В. П. Горячкіна, Л. В. Погорілого, Г. М. Сінеокова, А. С. Кушнарьова, А. В. Баукова, Я. С. Гукова, В. О. Дубровіна, О. Ф. Жука, А. М. Зеленіна, В. П. Ковбаси, В. І. Корабельського, В. І. Кравчука, В. І. Ветохіна, І. М. Панова, В. Ф. Пашенка, І. А. Шевченка та багатьох інших вирішена значна кількість наукових проблем землеробської механіки, пов'язаних з проектуванням знарядь для обробки ґрунту, а саме розпушення та розуцільнення ґрунту.

Мета дослідження – теоретично та практично дослідити вплив на ґрунт викопувальних робочих органу різної форми.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Відомо, що визначальним критерієм якості впливу робочого органу на ґрунт є його кришення. Кришення ґрунту залежить від геометрії робочого

органу і від кінематики його руху в процесі роботи, які впливають на енергоємність обробітку ґрунту, а також на напружено-деформований стан оброблюваного ґрунту і робочого органу під час його роботи. У нашому випадку це утворення грудок діаметром 30 мм і менше, при цьому викопувати та не пошкоджувати цибулю [1]. Уявімо ґрунт як середовище з лінійною пружно-в'язкою деформацією. У разі контакту лінійно-пружно-в'язких тіл питання створення математичної моделі робочого органу зводиться до вирішення завдань методами теорії пружності на основі «принципу відповідності» [2].

Закон розподілу тиску по кожній ділянці контакту робочого органу залежить від форми ділянки. Під час дії на ґрунт робочого органу з клиновидною формою доліт (рівняння конфігурації клину $y_2 = f_2(x) = Ax$) розподіл тиску виражається рівнянням:

$$P(x) = -\frac{P}{\pi x} \ln \frac{a - \sqrt{a^2 - x^2}}{|x|}, \quad (1)$$

де $P(x)$ – невідома функція усередині інтервалу $(-a, a)$; a – напівширина контакту; P – зусилля, прикладене до робочого органу.

Максимальний тиск, рівний нескінченності, розвивається у вершині клина за $x = 0$ (рис. 1в). За літературними даними [2, 4, 5] процес утворення тріщин у ґрунті залежить від характеру розподілу тиску на ділянці контакту. Первинні тріщини виникають у точках максимального тиску. У цьому випадку первинна тріщина виникає у вершині клина.

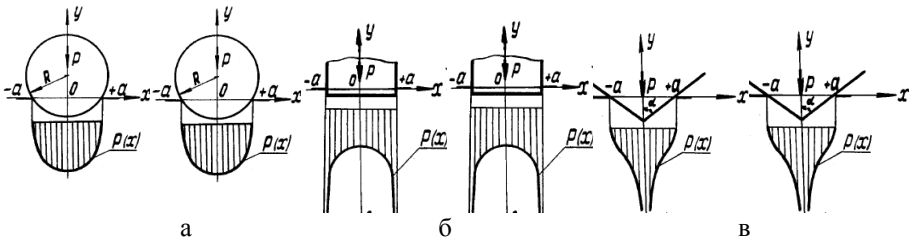


Рисунок 1 – Розподіл тиску робочих органів різної форми: а) круглий; б) прямокутний; в) клиновидний

У разі прямокутних ділянок контакту створюється концентрація тиску, яка викликає напружено-деформоване полягання в обмеженому об'ємі ґрунту. У цьому випадку розподіл тиску виражається рівнянням:

$$P(x) = \frac{P}{\pi \left(\sqrt{a^2 - x^2} \right)}. \quad (2)$$

З цього рівняння випливає, що тиск на краях прямокутних ділянок контакту долотоподібного органу за $x = \pm a$ максимальний і прагне до

нескінченності (рис. 1 б). Тріщини утворюються і розвиваються на межах зони контакту.

Кругла форма виступів робочого органу радіуса R матиме такий розподіл тиску:

$$P(x) = \frac{P}{\pi \cdot \alpha^2} \sqrt{a^2 - x^2}. \quad (3)$$

Максимальний тиск розвивається в точці первинного контакту, тобто за $x = 0$ і рівний

$$P(0) = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{2\pi}{R \cdot v_2}}. \quad (4)$$

Кругла ділянка контакту робочого органу порівняно з прямокутною і клиновидною має більш рівномірний розподіл тиску (рис. 1 а). Такий розподіл тиску викликає утворення декількох тріщин з розвиненішою центральною [2].

Дослідження процесу утворення тріщин у ґрунті проводилися на стенді для імітаційного моделювання процесу взаємодії «робочий орган-ґрунт» [6] на якому встановлюється макетний зразок робочого органу.

Макетний зразок робочого органу складається з таких основних вузлів: набору підкопувальних доліт 1, штаби 2 та двох боковин 3 (рис. 2). Підкопувальні долота нерухомо закріплені на штабі жорстко приєднаній до боковин спеціальними кронштейнами, які забезпечують плавне регулювання кута нахилу доліт.



Рисунок 2 – Загальний вигляд стенда для імітаційного моделювання процесу взаємодії «робочий орган-ґрунт» з макетним зразком долотоподібного робочого органу: 1 – набір підкопувальних доліт; 2 – штаба; 3 – боковини; 4 – гвинт для регулювання глибини ходу робочого органу

Стенд (рис. 2) використовують залежно від типу досліджуваного об'єкта з відповідною метою і програмою робіт. Ми досліджували такі форми робочих органів: круглу, прямокутну, клиновидну, а також лемішну. Для більшої наочності експерименту використовувався зволожений до 18 % і ущільнений пісок як оброблюване середовище.

Підготовка та імітація руйнування ґрунту різними робочими органами забезпечується так. Макетний зразок досліджуваного робочого органу певної форми закріплюється на навісну систему стенда. Після запуску транспортера на нього подається ящик, далі його захоплює транспортер і забезпечує необхідну швидкість переміщення, при цьому долота заглиблюються в пісок підрізають, сколюють та розпушують його.

У результаті досліджень викопувального робочого органу круглої форми робочих доліт діаметром 20 мм з інтервалом розстановки 40 мм і кутом установки 14° (рис. 3 а) встановлено, що на носку доліт утворюються грудки, ширина яких зівставна з шириною їхньої установки (рис. 3 б).



Рисунок 3 – Загальний вигляд викопувальних робочих органів круглої форми: а – закріплених на стенді в стані спокою; б – утворення тріщин під час роботи

Під час роботи викопувального робочого органу прямокутної форми доліт розміром 14 x 16 мм з інтервалом розстановки 40 мм і кутом установки 14° (рис. 4 а) встановлено, що грудки утворюються на носку кожного долота (рис. 4 б).

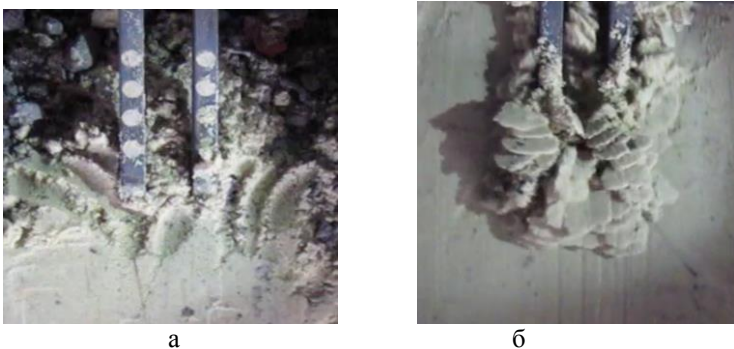


Рисунок 4 – Загальний вигляд викопувальних робочих органів прямокутної форми: а – закріплених на стенді в стані спокою; б – утворення тріщин під час роботи

Встановлено, що викопувальний робочий орган клиновидної форми доліт розміром 14 x 16 мм з інтервалом розстановки 40 мм і кутом установки 14° (рис. 5 а) в результаті дії на ґрунтове середовище на носку доліт утворює грудки, ширина яких зівставна з шириною їхньої установки (рис. 5 б).

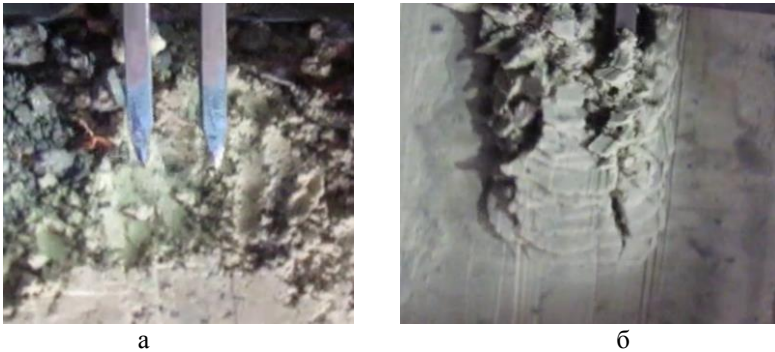


Рисунок 5 – Загальний вигляд викопувальних робочих органів клиновидної форми: а – закріплених на стенді в стані спокою; б – утворення тріщин під час роботи

Стендові дослідження роботи суцільного лемішного викопувального робочого органу завширшки 300 мм, завтовшки 5 мм, з кутом установки 14° (рис. 6 а) показали, що під час роботи лемеша (рис. 6 б) утворюються грудки завширшки до 150 мм (рис. 7).



Рисунок 6 – Загальний вигляд лемішного робочого органу: а – закріпленого на стенді в стані спокою; б – під час роботи

На основі представлених вище теоретичних і стендових досліджень та в результаті аналізу наявних конструкцій машин для викопування цибулі ріпчастої та їхніх робочих органів запропоновано нове конструкційне рішення викопувального робочого органу машини – робочий орган на основі набору доліт, закріплених на штабі [1, 7]. За формою робочий орган долотоподібний і відповідає комірці 5-4 з періодичної таблиці форм робочих поверхонь, розробленої Ветохіним В.І. [8].



Рисунок 7 – Результат роботи лемішного робочого органу

Висновки:

1. Теоретичними дослідженнями круглого, прямокутного та клиновидного носка робочого органу з'ясовано, що оптимальним є робочий орган з носком прямокутної форми, оскільки утворює мережу тріщин, які розвиваються на межах зони контакту.

2. У результаті проведення стендових випробувань різних форм викопувальних робочих органів підтверджено теоретичні дослідження і встановлено, що найменшу грудку утворює долопоподібний робочий орган на основі прямокутних доліт, а найбільше грудок діаметром більше 30 мм утворює лемішний робочий орган. Робочі органи на основі круглих і клиноподібних доліт утворюють грудку зівставну з шириною їхньої розстановки.

Література

1. Маринин С. Перспективный рабочий орган для лукоборочной техники / Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых [Энергосберегающие технологии и технические средства для их обеспечения в с-х производстве], (Минск, 25-26 авг. 2010 г.) / Нац. акад. наук Беларуси. – Минск: НЦП НАН Беларуси по механизации с-х, 2010. – С. 106-110.

2. Шанина З.М. Обоснование параметров зубчатого рабочего органа для обработки почвы / З.М. Шанина, Л.В. Гальченко, Л.М. Мартовицкий // Вісник СевНТУ: зб. наук. пр. Вип. 137. Серія: Механіка, енергетика, екологія. – Севастополь, 2013. – С. 315-323.

3. Ветехин В.И. Модель крошения почвы под действием клина / В.И. Ветехин // Тракторы и с.-х. машины. – 1994. - № 10. - С. 25-27.

4. Бауков А.В. Определение линии скольжения в почве перед деформатором / А.В. Бауков, А.С. Кушнарв // Науч. тр. Укр. с.-х. акад. Вып. 151. – 1976. – С. 21–26.

5. Кушнарв А.С. Механико-технологические основы процесса взаимодействия рабочих органов почвообрабатывающих машин и орудий на

почву: автореф. дис. на соиск. степени докт. техн. наук: спец. 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства» / А.С. Кушнарев. — Челябинск, 1981. — 50 с.

6. Випробування сільськогосподарської техніки. Машини сільськогосподарські. Прискорені випробування на надійність: СОУ 74.3-37-135:2004. — [Чинний від 1996-07-01]. — К.: Держстандарт України 1996. — 19 с.

7. Пат. 101324 Україна, МПК G01N 19/02(2006/01). Пристрій для визначення коефіцієнтів тертя капсульованого насіння овочевих культур / В.І. Кравчук, А.С. Кушнарьов, Л.П. Шустік, Л.І. Мариніна, Маринін С.П. (Україна). — № u2015 00736; заявл. 30.01.2015; опубл. 10.09.2015, Бюл. № 17. — С. 4.

8. Ветохин В.И. Системные и физико-механические основы проектирования рыхлителей почвы: дис. ... д-ра техн. наук: 05.05.11 / В.И. Ветохин // НТУУ «Киевский политехнический институт», ОАО «ВИСХОМ». — К.-М.: КПИ – ВИСХОМ, 2010. — 284 с.

Аннотация.

В статье приведены теоретические исследования измельчения грунта вследствие действия выкапывающего рабочего органа различных форм: круглой, прямоугольной и клиновидной. Представлен закон распределения давления по каждому участку контакта рабочего органа в зависимости от формы участка. Описан стенд для имитационного моделирования процесса взаимодействия «рабочий орган-почва» и методика стендовых исследований выкапывающего рабочего органа круглой, прямоугольной, клиновидной, а также лемешной форм. Практически исследовано сеть трещин и размеры комков образованных выкапывающими рабочими органами различных форм. Результаты стендовых испытаний различных форм выкапывающих рабочих органов подтверждено теоретическими исследованиями.

Summary.

The article presents theoretical studies of soil crust due to the action of the excavation working body of various forms: round, rectangular and wedge-shaped. The law of pressure distribution for each section of the contact of the working body is presented, depending on the shape of the plot. The stand for simulation modeling of the process of interaction of "working body-soil" and the method of bench surveys of the excavation working body of round, rectangular, wedge-shaped, as well as flat forms are described. The network of cracks and the size of the lumps formed by excavation working bodies of various forms is practically investigated. The results of bench tests of various forms of excavation working bodies confirmed by theoretical studies.

ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ СПІРАЛЬНОГО ОЧИСНИКА В КОНСТРУКЦІЇ ДВОРЯДНОГО КАРТОПЛЕКОПАЧА

С. Смолінський, канд. техн. наук,
Національний університет біоресурсів і природокористування України

***Анотація.** Одним з основних технічних засобів, який застосовується для збирання картоплі, є картоплекопачі, якість роботи яких залежить від умов збирання, режимів роботи машини тощо. Ефективність збирання картоплі машинами істотно залежить від якості роботи очисників. Одним із перспективних типів робочих органів картоплезбиральних машин є спіральний очисник. Проведеними дослідженнями підтверджено доцільність застосування в конструкції дворядного картоплекопача спірального очисника. Застосування спірального очисника дозволить підвищити якість отриманого врожаю і зменшити енергозатрати на виконання процесу.*

Ключові слова: картопля, збирання, картоплекопач, спіральний очисник, ефективність роботи

Постановка проблеми. Картоплярство одна з галузей сільськогосподарського виробництва, робота в яких пов'язана із значними енерговитратами і витратами праці. Основним способом підвищення ефективності вирощування картоплі є зростання рівня технічного забезпечення галузі і особливо це стосується картоплезбиральних машин, оскільки 40 % усіх енергозатрат і 60 % затрат праці припадає на виконання процесу збирання. Ефективність застосування картоплезбиральних машин зростатиме внаслідок збільшення продуктивності, а також адаптації їхніх параметрів і режимів роботи до ґрунтово-кліматичних та господарських умов.

Енерговитрати і якість отриманого врожаю за механізованого збирання істотно залежать від ефективності очищення бульб від домішок, оскільки в підкопаній бульбоносній масі, яка подається на очищувальні робочі органи, вміст бульб картоплі складає лише (2...3) % від загальної маси.

У фермерських і неспеціалізованих господарствах широкого застосування для збирання картоплі набули картоплекопачі, особливо дворядні, які складаються із підкопувальних робочих органів та декількох просіювальних пруткових елеваторів. Практика їх застосування підтверджує потребу в подальшому вдосконаленні конструкції машин для підвищення продуктивності та якості роботи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз основних очищувальних робочих органів картоплезбиральних машин показав, що

простотою конструкції, експлуатації і високими якісними показниками роботи відзначаються пружкові елеватори [1, 2]. Хоча під час роботи картоплекопача з трьома пружковими елеваторами на третьому очищувальному пристрої відокремлюється незначна частка ґрунтових домішок або і взагалі по її поверхні лише транспортуватиметься ворох.

Для підвищення ефективності роботи картоплезбиральних машин було запропоновано конструкційну схему спірального очищувального робочого органу (рис. 1), який складається з трьох гвинтових, послідовно встановлених привідних вальців, виконаних як спіральні пружини, які закріплені на маточинах і з'єднані з привідним валом [3]. Для інтенсифікації просіювання ґрунту і додаткового руйнування грудок можливе ексцентричне закріплення вальців. Дослідженнями і виробничою перевіркою доведено досить високу роботоздатність і якість роботи спірального пристрою в конструкції однорядного картоплекопача [4, 5].



Рисунок 1 – Загальний вигляд спірального очисника

У результаті попередніх експериментальних досліджень встановлено, що під час застосування спірального очисника в схемі однорядного картоплекопача робочий орган завантажений лише на (30...45) %. Це призводить до додаткових затрат енергії на виконання процесу. Проектувальними розрахунками визначено можливість застосування спірального очисника і в конструкційній схемі дворядних машин. Для цього необхідно вирішити задачу звуження потоку картопляного вороху.

Мета статті – обґрунтувати доцільність застосування спірального очисника в конструкції дворядного картоплекопача.

Основний матеріал дослідження. На етапі попередніх досліджень для вирішення задачі звуження потоку картопляного вороху було встановлено над завантажувальним транспортером 1 перед спіральним очисником 3 звужувачі потоку 2 у вигляді пасивних решіток (рис. 2).

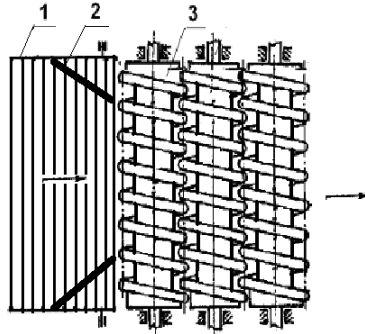


Рисунок 2 – Конструкційна схема спірального очисника для дворядного картоплекопача: 1 – завантажувальний транспортер; 2 – звужувальні решітки; 3 – спіральний очисник

Для дослідної перевірки можливості застосування дворядного картоплекопача, який обладнано спіральним очисником, було виготовлено експериментальну установку на базі картоплекопача КСТ-1,4, який агрегатувався з трактором МТЗ-82 (від двигуна трактора через ВВП здійснювався привід робочих органів машини) (рис. 3). Машина складається з копіювальних котків 1, підкопувальних лемешів 2, першого 3 і другого 4 пруткових елеваторів, звужувальних решіток 5, спірального очисника 6 та опорних коліс 7.

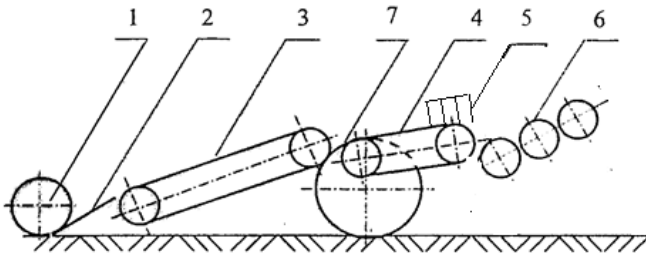


Рисунок 3 – Конструкційна схема експериментальної установки: 1 – копіювальні котки; 2 - підкопувальні лемеші; 3, 4 – пруткові просіювальні елеватори; 5 – звужувальні решітки; 6 - спіральний сепаратор; 7 - опорні колеса

Експериментальні дослідження проводилися на збирання картоплі сорту "Світанок" із врожайністю близько 12,53 т/га, яка посаджена гребневим способом з міжряддям 0,7 м на чорноземі. Під час проведення досліджень вологість ґрунту варіювалась в межах (10,1...13,7) %, а твердість – (0,26...0,41) МПа. Бадиля і бур'яни перед початком досліджень були

видалені. Режими руху машинного агрегата визначались згідно технічних характеристик машини і попередніх розрахунків та коливалася в межах (0,64...0,87) м/с.

Під час проведення досліджень контролювали втрати бульб (присипані сипким ґрунтом), пошкодження бульб (контактні) та ефективність просіювання (часткою просіяного ґрунту). У результаті досліджень встановлено, що величина втрат бульб не перевищувала 1,67 %, а їх пошкодження - до 3,1 %. Серед шляхів зменшення величини пошкодження бульб можна назвати застосування активних звужувачів потоку бульбоносного вороху.

Ефективність просіювання ґрунту визначали шляхом зупинки машини і пропусканні залишків підкопаної маси по очищувальних робочих органах машини. Встановлено, що близько (58...74) % ґрунту, що сходить з поверхні другого пруткового елеватора картоплекопача і подається на спіральний очисник, просівається спіралями (в той же час, на третьому прутковому елеваторі базової моделі картоплекопача КСТ-1,4 ця величини становить (26...47) %.

Отримані результати дослідної перевірки підтверджують доцільність застосування спірального очисника в конструкційній схемі дворядного картоплекопача.

Висновки. Одним із шляхів підвищення ефективності збирання картоплі є застосування в конструкції картоплезбиральних машин очищувальних робочих органів з високою якістю виконання процесу. Попереднім аналізом наявних конструкцій робочих органів картоплезбиральних машин визначено перспективність застосування спіральних очисників. У результаті проведених досліджень обґрунтовано перспективність їх застосування в схемі дворядного картоплекопача, що дозволить підвищити якість отриманого врожаю і знизити величину енергозатрат на виконання процесу.

Література

1. Петров Г.Д. Картофелеуборочные машины / Г.Д.Петров // М.: Машиностроение, 1984. - 320 с.
2. Масленков И.Н. Сравнительная оценка сепараторов картофелеуборочных машин / И.Н.Масленков // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства, 1970, №10, с. 11-12.
3. Патент України № 43907 по заявці 98073513, МКИ А 01D 33/08. Очисник вороху коренебульбоплодів від домішок / В.М.Булгаков, Д.Г.Войток, П.Ю.Зиков, С.В.Смолінський, М.Г.Березовий, А.Л.Бондаренко (Україна). Опубл. 15.01.2002. Бюл. № 1.
4. Смолінський С.В. Експериментальне визначення параметрів спірального сепаратора картоплезбиральних машин / С.В.Смолінський //

Сільськогосподарські машини. Зб. наук. ст., вип. 8. – Луцьк: Ред-вид. відділ ЛДТУ, 2001.- с.265-271.

5. Смолінський С.В. Результаты эксплуатационных испытаний та економічна ефективність картоплекопача із вдосконаленим очисником вороху /С.В.Смолінський// Сб. науч. трудов Керченского морского технологического института. "Механизация производственных процессов рыбного хозяйства, промышленных и аграрных предприятий". Выпуск 3. Керчь: Издательство КМТИ, 2002, с.258-262.

***Аннотация.** Одними из основных технических средств для уборки картофеля являются картофелекопатели, качество работы которых зависит от условий уборки, режимов работы и т.д. Эффективность уборки существенно зависит от качества работы очистителей. Одним из перспективных типов рабочих органов картофелеуборочных машин является спиральный очиститель. Проведенными исследованиями подтверждена возможность использования в конструкции двухрядного картофелекопателя спирального очистителя. Применение спирального очистителя позволит повысить качество полученного урожая и уменьшит затраты энергии на выполнение процесса.*

Summary.

Potato diggers are one of the basic machine for potato harvesting. The quality of potato digger depends on the conditions of harvesting, the parameter etc. Separation quality have an influence on potato harvester efficiency. One of perspective types of potato harvester unit is the spiral separator. The researches confirmed the expediency to use the spiral separator in a scheme of two-rows potato diggers. The using of spiral separator can be to raise the quality of harvesting and to reduce the energy expenditure of process.

УДК 631.356.2

ОБОСНОВАНИЕ КОМПЛЕКСОВ МАШИН ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И УБОРКИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

В.Голиков, академик НАН РК, д-р. техн. наук.,

А.Усманов, канд. техн. наук, доцент,

А.Рзалиев, канд. техн. наук, доцент,

В.Артамонов, канд. техн. наук,

Казахский НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства

В соответствии с рекомендуемой ТОО «КазНИИЗиР» технологией возделывания сахарной свеклы обоснованы варианты комплексов машин для её реализации. Проанализированы результаты наблюдений за работой некоторых машин из дальнего зарубежья на посевах сахарной свеклы. Необходимо продолжить мониторинг зарубежной техники для возделывания и уборки сахарной свеклы с целью выбора наиболее эффективных машин для условий республики, а также разрабатывать отечественную технику для производства этой культуры.

Ключевые слова: *сахарная свекла, технология, плуги, сеялки, культиваторы, свеклоуборочные комбайны.*

Введение. Сахарная свекла является одной из ценнейших сельскохозяйственных культур. Сочные, богатые углеводами корни сахарной свеклы являются основным сырьем для получения сахара. Из 7,5 т корнеплодов можно получить 1 т сахара. Из патоки сахарной свеклы получают спирт, глицерин, лимонную кислоту для химической, парфюмерной и пищевой промышленности, дрожжи для хлебопекарной промышленности, из жома – пектиновый клей, используемый в текстильном производстве. В ее корнеплодах содержится до 25% сухих веществ, в т.ч. до 17% сахара. Листья сахарной свеклы содержат 15-22% сухих веществ и по количеству кормовых единиц и перевариванию протеина не уступают клеверу. Ботва сахарной свеклы является ценным органическим удобрением.

Выращивание сахарной свеклы повышает плодородие почвы и способствует росту урожайности других культур, особенно зерновых.

В республике возделывают сахарную свеклу в основном в двух областях: Алматинской и Жамбылской. Поставлена задача увеличить производство сахара в республике за счет увеличения посевной площади и повышения урожайности сахарной свеклы.

Объект исследования – комплексы машин для возделывания и уборки сахарной свеклы.

Целью работы является формирование комплексов машин для реализации рекомендуемой КазНИИЗиР технологии возделывания сахарной свеклы применительно к условиям республики. Подбор машин осуществлялся по их технико-технологическим параметрам, обеспечивающим выполнение агротехнических требований по качеству выполнения технологических операций и по агросрокам. Предложены варианты комплексов машин в зависимости от величины посевной площади. Так как вспашка зяби должна производиться на глубину (22...25) см и более необходимо использование более мощных тракторов чем при возделывании зерновых, класса тяги 3 и 5.

При расчетах использованы методы эксплуатационной оценки функционирования машинно-тракторных агрегатов.

Получены следующие результаты.

Технология возделывания сахарной свеклы, рекомендуемая ТОО «КазНИИЗиР» включает следующие основные операции. После озимой пшеницы проводят лущение стерни или дискование. Под вспашку зяби проводится внесение органических (20...30) т/га и основной части минеральных удобрений (250...300) кг/га. Зябь пашут на глубину (22...25) см и более обычными, ярусными и оборотными плугами. При повышенной твердости почвы производится предпахотный полив.

По зяби проводится текущая планировка полей, а затем под зиму глубокое рыхление зяби.

Ранней весной проводится боронование, затем внесение почвенных гербицидов, предпосевная культивация и посев с междурядьем 60 см. В хозяйствах, где используется техника из стран дальнего зарубежья, возделывание сахарной свеклы осуществляется с междурядьем (45...50 см. Однако в этом случае усложняется полив и междурядная обработка посевов. Уход за посевами включает: прикатывание, боронование до и после всходов, внесение гербицидов и пестицидов, междурядные рыхления, вегетационные поливы (не менее 5 раз). При соблюдении технологии урожайность сахарной свеклы достигает 350 ц/га и более.

Уборка сахарной свеклы осуществляется по различным технологиям. Один из вариантов включает уборку ботвы ботвоуборочными машинами с ее вывозкой. Затем осуществляется уборка корней прицепными или самоходными комбайнами с вывозом на сахарные заводы или на площадки, где формируются кагаты, из которых потом проводится погрузка корней в транспортные средства и перевозка на сахарные заводы.

При использовании техники из стран дальнего зарубежья уборка ботвы и корней осуществляется по двум схемам:

- самоходным комбайном с измельчением ботвы и укладкой её валок, копка корней со сбором в бункер и последующей выгрузкой в транспортное средство;

- навесным или прицепным агрегатом с измельчением ботвы и укладкой её валок, копка корней и укладка в валок с последующей доработкой.

Погрузка из валков в транспортное средство осуществляется специальным погрузчиком.

Для возделывания и уборки сахарной свеклы используется следующая техника [1 - 3].

Тракторы: Беларус-80/82, Беларус -1221, Беларус -1523 (Беларусь), К-744, К-700А (Россия), Т-150К, ХТЗ-17221 (Украина), Джон-Дир-8220 и Джон-Дир-6920 (США).

Плуги: комбинированный плуг-рыхлитель ПРГ-7(8), плуг-рыхлитель универсальный навесной ПРУН-8-45, универсальный плуг ПУН-8-40, плуг общего назначения ПЛН-6-40, плуг полунавесной оборотный пятикорпусный ППО-5-55, (Россия), оборотные плуги модели EuroOral 5, EuroDiamante 8, EuroDiamante 10 («Lemken»).

Комбинированные агрегаты и культиваторы для обработки почвы:компрактор (Германия, фирма «Lemken»); культиваторы широкозахватные КШУ-18, КШУ-12, КШУ-8, КПК-8; культиватор-растениепитатель УСМК-5,4В, культиватор свекловичный универсальный КСУ-5,4:культиватор-растениепитатель КРШ-8,1 (Россия, Украина).

Сеялки: сеялки свекловичные ССТ-8В, ССТ-12В, ССТ-24, УПС-12(Россия, Украина); пропашные сеялки Amazone ED-602K («Amazone-Werke»), Accord-12 (Франция).

Ботвоуборочные машины: ботвоудалители БУН-4/6 (Россия); МБШ-6 (Беларусь); БМ-4А, МБК-2,7 (Украина).

Свеклоуборочные комбайны: прицепной свеклоуборочный комбайн МКП-6 (Беларусь); машина для уборки корнеплодов МКК-6-02, РКМ-6 (Украина); самоходный свеклоуборочный комбайн WKM-9000(«Agrifac») Голландия; навесной комбайн «Gilles» (Бельгия); самоходный комбайн «Kleine» (Германия) и комбайн «Grimmer» (Германия).

Погрузка корней из валков осуществляется прицепными погрузчиками WKM(Agrifac), «Gilles»К-136 (Бельгия).

Ранее сотрудниками ТОО «КазНИИМЭСХ» были проведены наблюдения за работой некоторых зарубежных машин для возделывания и уборки сахарной свеклы в хозяйствах Жамбылской области.

Наблюдения проводились на подъеме зяби и уборке сахарной свеклы со снятием некоторых агротехнических и эксплуатационных показателей.

Вспашка зяби осуществлялась трактором JohnDeer-8220 с оборотным плугом EuroDiamant -7 корпусов. Производительность в час основного времени составила 1,7 га, ширина захвата пахотного агрегата 2,6 м, глубина вспашки 28-34 см, средняя рабочая скорость агрегата составила 6,4 км/час, расход топлива 26 кг/га.

Следует отметить, что условия при подъеме зяби не соответствовали агротехническим требованиям. Так, влажность почвы составила 9,7-12,4 %

при оптимальной не ниже 20%, а твердость в пахотном слое превышала 4 МПА, что повлияло на показатели работы пахотных агрегатов.

Движение челночным способом сводит к минимуму холостые проезды на разворотах в начале и в конце гона и обеспечивает гладкую пахоту. В результате отпадает необходимость в разравнивании свальных и развальных борозд, но необходимо произвести выравнивание поворотных полос и углов карт.

Уборка сахарной свеклы осуществлялась двумя способами.

Прямая – самоходным комбайном WKМ-9000 (рисунок 1), который срезает ботву, измельчает и укладывает ее в валок. Одновременно осуществлялась копка корней с доочисткой на транспортерах и сбором в накопителе. После заполнения накопителя происходит остановка и выгрузка корней в транспортное средство.



Рисунок 1 – Свеклоуборочный самоходный комбайн WKМ-9000 в работе

На уборке прямым способом использовалось два комбайна, производительность комбайна в час основного времени составила 0,60 га, рабочая скорость 2,7-3,0 км/час, расход топлива 27,7 кг/га, урожайность учетного участка составила 302 ц/га, условия работы соответствовали агротехническим требованиям.

Раздельная уборка осуществлялась навесным копателем «Gilles» на тракторе JohnDeer – 6920 (рисунок 2), который срезает ботву, измельчает и укладывает ее в валок. Одновременно осуществляется копка корней с доочисткой на транспортерах и укладкой в валок. После доработки корней производится их погрузка в транспортное средство. При уборке разных участков средняя производительность в час основного времени составила 1,4 га, рабочая скорость 4,9 км/час, расход топлива 14,2 кг/га, урожайность участков составила 305ц/га.



Рисунок 2 – Копатель Gilles ASC-48-32 в работе

Погрузка корней из валков осуществлялась агрегатом Беларус-80 с погрузчиком «Gilles» К-136 (рисунок 3). Производительность в час основного времени составила 1,4 га, рабочая скорость 7,6 км/час при урожайности участка 311 ц/га.



Рисунок 3 – Погрузчик «Gilles» К-136 в работе

Следует отметить особенность погрузчиков «Gilles». При подборе валков на транспортерах производится доочистка корней от растительных остатков и земли, а также сбор корней в накопитель при отсутствии транспортного средства.

В процессе наблюдений за работой импортной техники, срок службы которой составил 7 лет, отказов в работе не наблюдалось, качество выполнения технологических процессов соответствует агротехническим требованиям. По рекомендации фирм производителей техники и опыта

использования ее в Южном регионе Казахстана данные машины целесообразно использовать на площади 400 и более га посевов сахарной свеклы.

С учетом этих и других данных сформированы различные варианты комплексов машин для возделывания и уборки сахарной свеклы в зависимости от посевной площади, которые приведены в таблице.

Таблица – Комплексы машин для возделывания и уборки сахарной свеклы

№ опер	Наименование операции, количественные и качественные показатели	Состав агрегата	
		трактор или комбайн	сельскохозяйственная машина
1	2	3	4
1	Лушение стерни или дискование, 6...8 см	Беларус-80/82	БДН-180, БДН-2,4.
		Беларус-1221, Беларус-1523.	ЛДГ-10, БДН-3.
		Т-150К, ХТЗ-17221, Беларус-2023	ЛДГ-15, БДТ-3, БДМ-3х2Н
		К-744Р1	ЛДГ-20, БДТ-7
2	Погрузка минеральных удобрений	Беларус-80/82	ПКУ-0,8, ПФ-0,5, ПФС-0,75
3	Транспортировка и внесение минеральных удобрений	Беларус-80/82	МВУ-90, МВУ-5, МТТ-4У
		Беларус-1221, Беларус-1523.	РМУН-1900
4	Погрузка органических удобрений	Беларус-80/82	ПКУ-0,8А, ПФ-0,5, ПФС-0,75
		Беларус-2023	ПФП-1,2
5	Транспортировка и внесение органических удобрений	Беларус-80/82	РОУ-6М, ПРТ-7А
		Беларус-1221, Беларус-1523, ХТЗ-17221, Т-150К	МТТ-9
		К-744Р1	ПРТ-16
6	Вспашка зяби, после зерновых, 22...25 см.	Беларус-1221, Беларус-1523.	ПЛН-4-35
		ХТЗ-17221, Т-150К, Беларус-2023.	ПЛН-5-35
		К-744 Р1	ПЛН-8-40, ПНУ-8-40, ПТК-9-35.
		Джон-Дир-8220	Евроопал 8 (6)

Продолжение таблицы

1	2	3	4
7	Текущая планировка	Беларус-80/82	ГН-2,8
		ХТЗ-17221, Т-150К, Беларус-2023.	ГН-4А (3м)
		К-744Р1	ГН-4А (5м)
8	Закрытие влаги, 6...8 см	Беларус-80/82	С-11У+8БЗСС-1+3ЗОР-0,7
		ХТЗ-17221, Т-150К, Беларус-2023.	СГ-21+21БЗСС-1+93ОР-0,7
9	Дискование	Беларус-1221, Беларус-1523.	ЛДГ-10, БДН-3
		ХТЗ-17221, Т-150К, Беларус-2023.	ЛДГ-15, БДТ-3 , БДН-3х2Н
		К-744Р1	ЛДГ-20, БДТ-7.
10	Малование	Беларус-1221, Беларус-1523.	МВ-6
11	Транспортировка раствора гербицида	Беларус-80/82	МПР-3200
12	Внесение гербицидов	Беларус-80/82	ОП-2000-2-01, ОНШ-15, RALL-2000П
13	Заделка гербицидов	Беларус-80/82	С-11У + 8БЗСС-1,0
		ХТЗ-17221, Т-150К, Беларус-2023.	СГ-21 + 21БЗСС-1,0
14	Предпосевная культивация	Беларус-80/82	УСМК-5,4 + 2ШБ-2,5 , ОК-3,6.
15	Погрузка минеральных удобрений	Беларус-80/82	ПКУ-0,8А, ПФ-0,5 , ПФС-0,75
16	Транспортировка минеральных удобрений и семян	Беларус-80/82	2ПТС-4,5 , 2ПТС-6
17	Посев с внесением минеральных удобрений	Беларус-80/82	ССТ-8В,
		Беларус-1221, Беларус-1523.	СПУ-12, ССТ-12В, ОПТИМА
18	Боронование до всходов	Беларус-80/82	С-11У+8БЗСС-1+3ЗОР-0,7
		ХТЗ-17221, Т-150К, Беларус-2023.	СГ-21+21БЗСС-1+93ОР-0,7
19	Транспортировка раствора гербицида	Беларус-80/82	МПР-3200
20	Внесение гербицидов	Беларус-80/82	ОП-2000-2-01, ОНШ-15, RALL-2000П
21	Механизированная шаровка	Беларус-80/82	УСМК-5,4А
22	Погрузка минеральных удобрений	Беларус-80/82	ПКУ-0,8А, ПФ-0,5 , ПФС-0,75
23	Транспортировка минеральных удобрений	Беларус-80/82	2ПТС-4,5 , 2ПТС-6

Продолжение таблицы

1	2	3	4
24	1-ая междурядная обработка, с внесением удобрений, 8...14 см	Беларус-80/82	УСМК-5,4В, КТС-4,8 (КГС-4,8)
		Беларус-1221, Беларус-1523.	КРН-5,6, КРШ-8ДГ.
25	Междурядное рыхление	Беларус-80/82	УСМК-5,4В, КТС-4,8 (КГС-4,8)
		Беларус-1221, Беларус-1523.	КРН-5,6, КРШ-8ДГ.
26	Нарезка временных оросительных сетей (ВОС)	Беларус-1221, Беларус-1523.	КЗУ-0,3Д
27	Заравнивание ВОС	Беларус-1221, Беларус-1523.	КЗУ-0,3Д
28 а	Варианты уборки Уборка ботвы	Беларус-80/82	БМ-4А
	Вывоз ботвы	Беларус-80/82	2ПТС-4,5, 2ПТС-6
	Уборка корней	МКК-6-02 (РКМ-4)	
б	Измельчение ботвы и укладка в валок, копка корней и укладка в валок	Джон-Дир-7810	Ботворез AGRIFAC B.V, Копатель-валкователь MOREAV
		Джон-Дир-6920	Gilles ASC-48-32
в	Измельчение ботвы и укладка в валок, копка корней со сбором в бункер	самоходные комбайны "Kleine", WKM-9000, «Grimme».	
29	Погрузка корней в транспортное средство	Беларус -80/82	Погрузчики корней WKM, Gilles K-136
30	Транспортировка корней на переработку	КамАЗ-55102 с прицепом ГКБ-8527 и др.	

Из анализа таблицы следует, что для реализации предлагаемой технологии возделывания и уборка сахарной свеклы необходимо выполнение 30 технологических операций соответствующими вариантами машин.

Выводы.

1. Обоснованы варианты комплексов машин для возделывания и уборки сахарной свеклы по технологии, рекомендуемой ТОО «КазНИИЗиР».

2. Необходимо продолжить мониторинг за работой зарубежной техники для возделывания и уборки сахарной свеклы с целью выбора наиболее

эффективных машин для условий республики. Необходимо также разрабатывать отечественную технику для производства сахарной свеклы.

Литература

1. Система машинных технологий и машин для возделывания сельскохозяйственных культур в условиях Южного Казахстана. – Алматы: КазНИИМЭСХ, 2009. – 216 с.

2. Перспективная ресурсосберегающая технология производства сахарной свеклы: Метод. реком. –М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 56с.

3. Колчина Л. М. Технологии и техника для возделывания и уборки сахарной свеклы: -М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2012. – 80с.

Голиков В.А. академик НАН РК, докт. техн. наук., Усманов А.С., доцент, канд. техн. наук., Рзалиев А.С., доцент, канд. техн. наук., Артамонов В.Н. ст. научн. сотр., канд. техн. наук

Казахский НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства

Обоснование комплексов машин для возделывания и уборки сахарной свеклы

Відповідно до рекомендованої ТОО «КазНІІЗіР» технологією вирощування цукрового буряка обґрунтовані варіанти комплексів машин для її реалізації. Проаналізовано результати спостережень за роботою деяких машин з далекого зарубіжжя на посівах цукрових буряків. Необхідно продовжити моніторинг зарубіжної техніки для обробітку та збирання цукрових буряків з метою вибору найбільш ефективних машин для умов республіки, а також розробляти вітчизняну техніку для виробництва цієї культури.

Голиков В.А. ҚР ҰҒА академигі, техн. ғылм. докт., Усманов А.С., доцент, техн. ғылм. канд, Рзалиев А.С.,доцент, техн. ғылм. канд, Артамонов В.Н.,аға ғылыми қызметкер, техн. ғылм. канд.

Қазақ ауылшаруашылығын механикаландыру және электрлендіру ҒЗИ

Қант қызылшасын өсіру және жинау үшін кешенді машиналарды негіздеу

«ҚазАӨШҒЗИ» ЖШС ұсынысына сәйкес, қант қызылшасын өсіру технологиясын жүзеге асыру үшін кешенді машиналардың түрлері негізделді. Қант қызылшасы егістігінде алыс шетелдердің кейбір машиналарының жұмысын бақылау нәтижелері талданды. Республика жағдайында шетел техникасының тиімділігін таңдау мақсатында, оларға мониторинг алып баруды жалғастыру, сонымен бірге қант қызылшасын

өсіру және жинау үшін отандық техника жасап шығарылуы және өндіріске қойылуы қажет.

Кілтті сөздер: қант қызылиасы, технологиялар, соқалар, сепкіштер, жырғылар, қызылиа жинайтын комбайндар

Golikov V.A. academician of NAS RK, Dott. Tech. Sciences, **Usmanov A.S.**, Associate Professor, Ph.d. Tech. Sciences., **Rzaliev A.S.**, Associate Professor, Ph.d. Tech. Sciences, **Artamonov V.N.**, scientific. Senior researcher, Ph.d. Tech. Sciences

Kazakh Scientific Research Institute of mechanization and electrification of agriculture

Rationale for complexes of machines for cultivation and harvesting of sugar beet

In accordance with the recommended TOO "KazNIIZiR" sugar beet culture technology grounded variants complexes of machinery for its implementation. Analyzed the results of observation of the work of some machines from abroad on sugar beet crops. It is necessary to continue monitoring the foreign technology for cultivation and harvesting of sugar beet with a view to selecting the most effective vehicles for the conditions of the Republic, as well as develop domestic technology for the production of this crop.

Keywords: Sugar beet, technology, plows, seeders, cultivators, harvesters.

УДК 631.356.22

АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ РОЗКИДАННЯ ГИЧКИ ШНЕКОВИМ КОНВЕЄРОМ ГИЧКОЗБИРАЛЬНОГО МОДУЛЯ

І. Сторожук, аспірант

Національний університет біоресурсів і природокористування України

У статті наведено теоретичний аналіз технологічного процесу роботи шнекового конвеєра гичкозбирального модуля. На основі аналітичного моделювання процесу вивантаження зрізаної і подрібненої гички витками шнекового конвеєра розроблено математичну модель, яка характеризує та функціонально описує зміну ширини утвореного валка, який укладено на зібране поле залежно від конструктивно-кінематичних параметрів робочого органу та умов роботи гичкозбирального модуля.

Ключові слова: *гичкозбиральний модуль, шнековий конвеєр, математична модель.*

Постановка проблеми. Шнекові гвинтові конвеєри, як окремих технічний елемент транспортних механізмів, знайшли широке використання в компоновальних схемах машин для перенавантаження або переміщення дрібносипких матеріалів завдяки простоті конструкції.

Механізоване збирання гички під час реалізації однофазного способу збирання коренеплодів може передбачати дві основні суміжні операції – зрізування основного масиву гички роторним гичкорізом з наступним дообрізуванням залишків гички з головок коренеплодів різними типами та конструкціями дообрізувачів, виконаних за принципом «пасивний гребінчастий копір-пасивний ніж».

Зрізування основного масиву гички виконують без копіювання головок за принципом «на пні», або безпідпирного різання лезом ножа робочими органами роторного типу з горизонтальною віссю обертання ротора. При цьому зрізану та подрібнену гичку залежно від призначення або завантажують у транспорті засоби на корм, або укладають у валок чи розкидають по полю для удобрення.

Обґрунтування параметрів транспортно-технологічних систем, які мають робочі органи гвинтових механізмів, на стадії їхнього проектування доцільно проводити, розробляючи математичні моделі, які характеризують технологічні процеси функціонування робочих органів гвинтових механізмів щоб отримати аналітичні закономірності, які регламентують процес транспортування зрізаної та подрібненої гички коренеплодів шнековим конвеєром.

Ширина утвореного валка b розкиданої гички по поверхні поля істотно залежить від параметрів і режимів роботи шнекового конвеєра 1, миттєвих координат, які визначають положення точкової маси гички відносно спірального витка 3 у момент її сходу з нього, опору повітряного середовища, маси подрібненої гички в момент її сходу з витка шнека, фізичного стану гички на момент збирання тощо.

Для формалізації процесу вивантаження подрібненої гички приймасмо припущення, що:

- подрібнена гичка знаходиться на поверхні напірного спірального витка 3 в точці O нерухомої системи координат $OXYZ$ та опирається на цю поверхню, яка розташована під кутом підйому гвинтової лінії β та знаходиться на висоті h_x , відносно горизонтальної площини $O'X'Y'$, або від рівня поверхні ґрунту;

- після сходу подрібненої гички з поверхні спірального витка 3, який обертається з кутовою швидкістю ω_k , вона рухається у повітряному просторі з наступним приземленням на зібране поле у точках A_1 і A_2 ;

- вектор початкової швидкості руху гички \vec{V}_p знаходиться в точці O , або на початку нерухомої системи координат $OXYZ$, при цьому вісь OX направимо вздовж напрямку вектора \vec{V}_p , а вісь OZ – вертикально вгору;

- рух подрібненої гички розглянемо як рух тіла масою m_i кинутого під кутом α_x до горизонту з початковою результатною швидкістю V_p , на яке діє сила тяжіння $\vec{G}_i = m_i g$, сила в'язкого опору повітряного середовища R_o , вектор \vec{R}_o якої направлений протилежно дотичній швидкості руху тіла та яка пропорційна швидкості руху подрібненої гички [4], тобто

$$\vec{R}_o = \mu \vec{V}_p = \vec{R}_{oz} + \vec{R}_{ox} = \mu \vec{V}_{pz} + \mu \vec{V}_{px} = \mu \vec{V}_p (\sin \alpha_x + \cos \alpha_x), \quad (1)$$

де R_o , R_{oz} , R_{ox} – сила в'язкого опору повітряного середовища, вертикальна та горизонтальна складова сили в'язкого опору повітряного середовища, Н; $\mu = km_i$ – сталий коефіцієнт опору, кг/с; m_i – маса подрібненої гички, кг; k – коефіцієнт парусності, 1/с; V_p , V_{pz} , V_{px} – результатна швидкість руху гички, проекція результатної швидкості V_p руху гички на вісь OZ і OX , м/с; α_x – кут між віссю OX і напрямком результатної швидкості V_p , град.

Для визначення ширини утвореного валка b подрібненої та розкиданої на поверхні поля гички перенесемо паралельно осі системи координат $OXYZ$ на площину $O'X'Y'$, яка паралельна поверхні рівня поля та повернемо осі системи координат $OXYZ$ на кут підйому гвинтової лінії шнекового конвеєра

β . Тоді вектор початкової швидкості руху гички \vec{V}_p буде знаходитися в точці O' , або на початку нерухокої системи відліку $O'X'Y'Z'$, яка характеризується миттєвими координатами z' , x' .

Згідно з рис. 1 ширина валка b (м) розкидання гички по поверхні ґрунту відносно осі $O'X'$ буде визначатися як різниця проєкцій дальності польоту подрібненої гички максимальної m_2 та мінімальної m_1 маси на вісь $O'X'$

$$b = L_2 - L_1 = O'A_2 \cos \alpha'_x - O'A_1 \cos \alpha'_x = \cos \beta (L'_2 - L'_1), \quad (2)$$

де L_1 , L_2 – проєкція дальності полоту на вісь $O'X'$ подрібненої гички мінімальної m_1 та максимальної m_2 маси, м; $\alpha'_x = \beta$ – кут між напрямком проєкції вектору \vec{V}_p на площину $O'X'Y'$ та віссю $O'X'$, або між вектором \vec{V}_{pxy} та віссю $O'X'$, град.; L'_1 , L'_2 – дальність полоту подрібненої гички мінімальної m_1 та максимальної m_2 маси, м.

Зважаючи на те, що методи та принципи польоту подрібненої гички, або визначення дальності полоту L'_1 і L'_2 мінімальної m_1 та максимальної m_2 маси ідентичні, обмежимося лише визначенням дальності польоту L'_2 подрібненої гички максимальної маси m_2 .

Аналіз руху подрібненої гички масою m_2 , або дослідження її дальності польоту L'_2 проведемо, розглянувши траєкторії польоту подрібненої гички масою m_2 , яку поділимо на два етапи: перший етап – політ маси m_2 до її положення в найвищій точці O_1 ; другий етап – політ від точки O_1 до точки приземлення з координатами $A_2(x_2; z_2)$.

Тоді дальність польоту L'_2 максимальної маси m_2 буде складатися з суми відрізків дальності польоту подрібненої гички на першому l'_{21} та другому l'_{22} етапі, або згідно з рис. 1 маємо

$$L'_2 = O'O_1 + O_1'A_1 = l'_{21} + l'_{22}. \quad (3)$$

На першому етапі переміщення подрібненої гички масою m_2 із початковою результатною швидкістю $\vec{V}_p = \vec{V}_k + \vec{V}_o$ з точки O в точку O_1 , або в точку максимального підйому подрібненої гички відносно горизонту, вектор початкової швидкості руху подрібненої гички \vec{V}_p направимо під кутом α_x відносно осі OX нерухокої плоскої системи координат $OXYZ$, початок відліку якої знаходиться в точці O , або в точці початку сходу подрібненої гички масою m_2 з витка 3 (рис. 1) шнекового конвеєра 1, або початку переміщення маси m_2 з витка.

При цьому вісь OX нерухомої системи координат $OXYZ$ направимо паралельно горизонту, а вісь OZ – вверх перпендикулярно осі OX ;

Розглянемо перший етап переміщення подрібненої гички масою m_2 із початковою швидкістю $\vec{V}_p = \vec{V}_k + \vec{V}_o$ з точки O в точку O_1 (рис. 1), або в точку максимального підйому маси m_2 відносно горизонту.

З урахуванням напрямку сили в'язкого опору F_o повітряного середовища на першому етапі та згідно з відомими положеннями [5] можна записати

$$\begin{cases} X_1 = \frac{V_p \cos \alpha_x}{k_{2c} g} (1 - e^{-k_{2c} g t_{12}}); \\ Z_1 = \frac{1}{k_{2c} g} \left(V_p \sin \alpha_x + \frac{1}{k_{2c}} \right) (1 - e^{-k_{2c} g t_{12}}) - \frac{t_{12}}{k_{2c}} \end{cases}, \quad (4)$$

де t_{12} – час переміщення подрібненої гички масою m_2 на першому етапі з точки O в точку O_1 , с; k_{2c} – питомий коефіцієнт опору маси m_2 , с/м.

Згідно з [6] початкова результатна швидкість V_p вильоту подрібненої гички визначається

$$V_p = \sqrt{V_k^2 + V_c^2} = 0,5 \frac{d\varphi_k}{dt} \sqrt{D^2 + (Dtg(0,5\pi - \alpha_k) - \delta_v)^2 k_a^2 k_y^2}. \quad (5)$$

Підставивши значення V_p з (5) у систему рівнянь (4) отримаємо

$$\begin{cases} X_1 = \frac{0,5 \frac{d\varphi_k}{dt} \sqrt{D^2 + (Dtg(0,5\pi - \alpha_k) - \delta_v)^2 k_a^2 k_y^2} \cos \alpha_x}{k_c g} (1 - e^{-k_{2c} g t_{12}}); \\ Z_1 = \frac{1}{k_{2c} g} \left(0,5 \frac{d\varphi_k}{dt} \sqrt{D^2 + (Dtg(0,5\pi - \alpha_k) - \delta_v)^2 k_a^2 k_y^2} \sin \alpha_x + \frac{1}{k_c} \right) (1 - e^{-k_{2c} g t_{12}}) - \frac{t_{12}}{k_{2c}} \end{cases}$$

порядковий номер формули – (6).

Згідно з [6] дальність польоту $l'_{21} = X_{1t=t_{12}}$ на першому етапі переміщення подрібненої гички масою m_2 із початковою результатною швидкістю V_p з точки O в точку O_1 визначається за формулою

$$l'_{21} = X_{1t=t_{12}} = \frac{V_p^2 \sin 2\alpha_x}{2g(1 - k_{2c} V_p \sin \alpha_x)}; \quad (6)$$

$$l'_{21} = X_{1t=t_{12}} = \frac{0,125 \left(\frac{d\varphi_k}{dt} \right)^2 \left[D^2 + (Dtg(0,5\pi - \alpha_k) - \delta_v)^2 k_a^2 k_y^2 \right] \sin 2\alpha_x}{g \left(1 - 0,5 k_{2c} \frac{d\varphi_k}{dt} \sqrt{D^2 + (Dtg(0,5\pi - \alpha_k) - \delta_v)^2 k_a^2 k_y^2} \sin \alpha_x \right)}. \quad (7)$$

На другому етапі переміщення подрібненої гички масою m_2 із початковою швидкістю V_{2o} (рис. 1) з точки O_1 в точку A_2 , вектор початкової швидкості руху \vec{V}_{2o} направимо вздовж горизонтальної осі O_1x нерухомої плоскої системи координат O_1xy , початок відліку якої знаходиться в точці O_1 , або в точці максимального підйому подрібненої гички відносно горизонту, при цьому напрямок осі O_1x нерухомої системи координат O_1xy співпадає з напрямком осі Ox , а вісь O_1z направимо вертикально вниз, або в протилежну сторону напрямку осі Oz системи координат Oxz .

Розглянемо другий етап переміщення подрібненої гички масою m_2 із початковою швидкістю V_{2o} з точки O_1 в точку A_2 з координатами $A_2(x_2; z_2)$.

Зобразимо масу m_2 гички в проміжній точці O_2 та прикладемо до неї всі діючі сили, при цьому диференціальне рівняння руху гички масою m_2 на другому етапі буде

$$m_2 \frac{d\vec{V}_{2x}}{dt_2} = \sqrt{\vec{R}_{oz}^2 + \vec{R}_{ox}^2} + m_2 \vec{g} = k_\mu \sqrt{\vec{V}_{2oz}^2 + \vec{V}_{2ox}^2} + m_2 \vec{g}, \quad (8)$$

де R_{oz} , R_{ox} – вертикальна і горизонтальна складова сили в'язкого опору F_o повітряного середовища, Н; V_{2ox} , V_{2oz} – відповідно, проекція початкової швидкості руху V_{2o} подрібненої гички масою m_2 на вісь O_1x і вісь O_1z , м/с; k_μ – сталий коефіцієнт опору, кг/с.

Спроектуємо всі діючі сили на осі, перенесених у точку O_2 нерухомої системи координат O_1xyz , при цьому одержимо

$$\begin{cases} m_k dV_{2x} = -k_\mu V_{2ox} dt_{22}; \\ m_k dV_{2z} = (-k_\mu V_{2oz} + m_2 g) dt_{22}. \end{cases} \quad (9)$$

Аналіз першого рівняння системи (11) показує, що закономірність польоту подрібненої гички масою m_2 відносно осі O_1x адекватна закономірності її польоту на першій стадії. Тоді з урахуванням напрямку сили в'язкого опору F_o повітряного середовища на другому етапі та згідно з відомими положеннями [5] можна записати

$$x_2 = \frac{V_{2ox}}{k_{2c} g} \left(1 - e^{-k_{2c} g t_{22}} \right), \quad (10)$$

де t_{22} – час переміщення подрібненої гички масою m_2 на другому етапі з точки O_1 в точку A_2 , с.

Згідно з [5] початкова швидкість руху V_{2ox} подрібненої гички масою m_2 в точці O_1 дорівнює $V_{2ox} = V_p \cos \alpha_x e^{-k_{2c} g t_{12}}$. Тоді, підставивши значення $V_{2ox} = V_p \cos \alpha_x e^{-k_{2c} g t_{12}}$ в (10) та згідно з (5), маємо

$$x_2 = \frac{\frac{d\varphi_k}{dt} \sqrt{D^2 + (Dtg(0,5\pi - \alpha_k) - \delta_v)^2 k_a^2 k_y^2 \cos \alpha_x e^{-k_{2c} g t_{12}}}}{2k_{2c} g} \left(1 - e^{-k_{2c} g t_{22}}\right). \quad (11)$$

Після подвійного інтегрування другого рівняння системи (9) способом розділення перемінних отримано

$$z_2 = \frac{m_2 g}{k_{2\mu}} t_{22} + \frac{m_2^2 g}{k_{2\mu}^2} e^{-\frac{k_{2\mu}}{m_2} t_{22}} - \frac{m_2^2 g}{k_{2\mu}^2}. \quad (12)$$

Після перетворення та спрощення рівняння (12) та з урахуванням рівняння (10) отримано залежності, які характеризують зміну шляху переміщення подрібненої гички масою m_2 на другому етапі відносно осі $O_o x$ та осі $O_o z$ нерухомої системи координат $O_o x y z$ за проміжок часу t_{22} , або координати точки $A_2(x_2; z_2)$

$$\begin{cases} x_2 = \frac{V_{2ox}}{k_{2c} g} \left(1 - e^{-k_{2c} g t_{22}}\right); \\ z_2 = \frac{m_2 g}{k_{2\mu}} \left[t_{22} + \frac{m_2}{k_{2\mu}} \left(e^{-\frac{k_{2\mu}}{m_2} t_{22}} - 1 \right) \right]. \end{cases} \quad (13)$$

Підставивши значення швидкості $V_{2ox} = V_p \cos \alpha_x e^{-k_{2c} g t_{12}}$ у перше рівняння системи (13), отримано

$$\begin{cases} x_2 = \frac{V_p \cos \alpha_x e^{-k_{2c} g t_{12}}}{k_{2c} g} \left(1 - e^{-k_{2c} g t_{22}}\right); \\ z_2 = \frac{m_2 g}{k_{2\mu}} \left[t_{22} + \frac{m_2}{k_{2\mu}} \left(e^{-\frac{k_{2\mu}}{m_2} t_{22}} - 1 \right) \right]. \end{cases} \quad (14)$$

Тоді дальність польоту $l'_{22} = x_{2t=t_{22}}$ подрібненої гички масою m_2 на другому етапі відносно осі $O_1 x$ згідно з (5) та (14) визначається за

$$l'_{22} = \frac{\frac{d\varphi_k}{dt} \sqrt{D^2 + (Dtg(0,5\pi - \alpha_k) - \delta_v)^2 k_a^2 k_y^2 \cos \alpha_x e^{-k_{2c} g t_{12}}}}{2k_{2c} g} \left(1 - e^{-k_{2c} g t_{22}}\right). \quad (15)$$

Згідно з (3) загальна дальність польоту L'_2 подрібненої гички максимальної маси m_2 на першому та другому етапі відносно осі OX буде

$$L'_2 = \frac{d\varphi_k \cos \alpha_x}{dt} \frac{\cos \alpha_x}{2g} \left[\frac{\frac{d\varphi_k}{dt} \left[D^2 + (Dtg(0,5\pi - \alpha_k) - \delta_v)^2 k_a^2 k_y^2 \right] \sin \alpha_x}{2 \left(1 - 0,5k_{2c} \frac{d\varphi_k}{dt} \sqrt{D^2 + (Dtg(0,5\pi - \alpha_k) - \delta_v)^2 k_a^2 k_y^2} \sin \alpha_x \right)} + \frac{\sqrt{D^2 + (Dtg(0,5\pi - \alpha_k) - \delta_v)^2 k_a^2 k_y^2} e^{-k_{2c} g t_{12}} (1 - e^{-k_{2c} g t_{22}})}{k_{2c}} \right] \quad (16)$$

За аналогією з (16) загальна дальність польоту L'_1 подрібненої гички мінімальної маси m_1 на першому та другому етапі відносно осі OX буде

$$L'_1 = \frac{d\varphi_k \cos \alpha_x}{dt} \frac{\cos \alpha_x}{2g} \left[\frac{\frac{d\varphi_k}{dt} \left[D^2 + (Dtg(0,5\pi - \alpha_k) - \delta_v)^2 k_a^2 k_y^2 \right] \sin \alpha_x}{2 \left(1 - 0,5k_{1c} \frac{d\varphi_k}{dt} \sqrt{D^2 + (Dtg(0,5\pi - \alpha_k) - \delta_v)^2 k_a^2 k_y^2} \sin \alpha_x \right)} + \frac{\sqrt{D^2 + (Dtg(0,5\pi - \alpha_k) - \delta_v)^2 k_a^2 k_y^2} e^{-k_{1c} g t_{11}} (1 - e^{-k_{1c} g t_{21}})}{k_{1c}} \right] \quad (17)$$

Тоді, згідно з (2) ширина валка b (м) розкидання гички по поверхні ґрунту відносно осі $O'X'$ буде визначатися

$$b = \frac{d\varphi_k \cos \alpha_x \cos \beta}{dt} \frac{\cos \alpha_x \cos \beta}{2g} \left[\frac{\frac{d\varphi_k}{dt} \frac{D^2 + (Dtg(0,5\pi - \alpha_k) - \delta_v)^2 k_a^2 k_y^2 \sin \alpha_x}{2} \times \left[\frac{1}{\left(1 - 0,5k_{2c} \frac{d\varphi_k}{dt} \sqrt{D^2 + (Dtg(0,5\pi - \alpha_k) - \delta_v)^2 k_a^2 k_y^2} \sin \alpha_x \right)} - \frac{1}{\left(1 - 0,5k_{1c} \frac{d\varphi_k}{dt} \sqrt{D^2 + (Dtg(0,5\pi - \alpha_k) - \delta_v)^2 k_a^2 k_y^2} \sin \alpha_x \right)} \right] + \frac{\sqrt{D^2 + (Dtg(0,5\pi - \alpha_k) - \delta_v)^2 k_a^2 k_y^2} \times \left[\frac{e^{-k_{2c} g t_{12}} (1 - e^{-k_{2c} g t_{22}})}{k_{2c}} - \frac{e^{-k_{1c} g t_{11}} (1 - e^{-k_{1c} g t_{21}})}{k_{1c}} \right]}{2} \right] \quad (18)$$

Отримана залежність (18) є детермінованою математичною моделлю, яка характеризує функціональну залежність зміни ширина утвореного валка b розкидання гички по поверхні ґрунту від конструктивно-кінематичних параметрів шнекового конвеєра.

Після відповідного перетворення та спрощення моделі (18) отримано кінцеве рівняння для визначення ширини утвореного валка b розкидання гички по поверхні ґрунту від конструктивно-кінематичних параметрів шнекового конвеєра

$$b = \frac{\pi k}{60} \frac{\Psi \sin\left(\operatorname{atctg} \frac{n\pi k}{\operatorname{tg}(0,5\pi - \alpha_k)}\right) \cos \beta}{gk_o m_i} \times \left(1 - \frac{\pi k k_o m_i \Psi \cos\left(\operatorname{arctg} \frac{n\pi k}{\operatorname{tg}(0,5\pi - \alpha_k)}\right)}{60}\right)^{-1} e^{k_o m_i g} (e^{t_{21}} - e^{t_{22}}) \quad (19)$$

де $\Psi^2 = D^2 + (D \operatorname{tg}(0,5\pi - \alpha_k) - \delta_v)^2 k_a^2 k_y^2$ (м²).

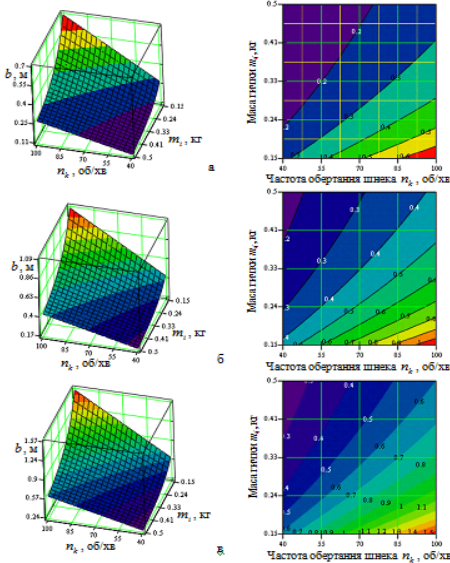


Рисунок 2. Залежність зміни ширини утвореного валка b як функціонал $b = f(n_k; m_i)$: а – при $D = 0,2$ м; б – при $D = 0,25$ м; в – при $D = 0,3$ м

Функціональна залежність ширини утвореного валка b від зміни маси m_i подрібненої гички має зворотній характер – зі збільшенням m_i ширина утвореного валка b розкиданої по поверхні ґрунту гички зменшується, при цьому за збільшення m_i від 0,15 до 0,5 кг ширина утвореного валка b зменшується приблизно в 3 рази.

Згідно з моделлю (18) побудовано залежність зміни ширини утвореного валка b розкидання гички по поверхні ґрунту як функціонал $b = f(n_k; m_i)$, яку наведено на рис. 2: а – за $D = 0,2$ м; б – за $D = 0,25$ м; в – за $D = 0,3$ м.

Панівними параметрами, які суттєво впливають на зміну ширини утвореного валка b розкиданої на поверхні ґрунту подрібненої гички є основні параметри шнекового конвеєра – частота обертання n_k та діаметр D шнека. Значний приріст b відбувається за значень $n_k \geq 70$ об/хв і $D \geq 0,25$ м, при цьому середнє значення приросту ширини утвореного валка перебуває в межах 0,3...0,5 м.

Функціональна залежність ширини утвореного валка b від

Висновки. Встановлено, що максимальна ширина утвореного валка b розкиданої на поверхні ґрунту гички залежно від зміни частоти обертання шнека n_k від 40 до 100 об/хв та маси гички m_i від 0,15 до 0,5 кг, яку подрібно ножами роторного гичкоріза, перебуває в діапазоні: за діаметра шнека $D = 0,2$ м – від 0,11 до 0,7 м; за діаметра шнека $D = 0,25$ м – від 0,17 до 1,1 м; за діаметра шнека $D = 0,3$ м – від 0,24 до 1,57 м.

Література.

1. Василенко П.М. Кинематические основания конструкции центробежного аппарата туковой сеялки / П.М. Василенко // Сельскохозяйственные машины. – 1934. - № 10. – С. 7–10.
2. Кукибный А.А. Свободный полет зерен в воздушной среде / А.А. Кукибный // Труды Киевского технологического института. – К.: Киевский университет. – 1960. – Вып. 22. – С. 123–132.
3. Адамчук В.В. Теоретические исследования внесения минеральных удобрений пневмоцентробежными рабочими органами / В.В. Адамчук // Техника в сельском хозяйстве. – 1995. – № 5. – С. 22–23.
4. Айзерман М.А. Классическая механика / М.А. Айзерман. – М.: Наука, 1974. – 368 с.
5. Бутенин Н.В. Курс теоретической механики / Н.В. Бутенин, Я.Л. Лунц, Д.Р. Меркин // Уч. Т. 2.: Динамика. – М.: Наука, 1985. – 496 с.
6. Григорьев А.В. Винтовые конвейеры / А.В. Григорьев. – М.: Машиностроение, 1972. – 184 с.

Аннотация. В статье приведен теоретический анализ технологического процесса работы шнекового конвейера ботвоуборочным модуля. На основе аналитического моделирования процесса выгрузки срезанной и измельченной ботвы витками шнекового конвейера разработана математическая модель, которая характеризует и функционально описывает изменение ширины образованного валка, который уложен на поле в зависимости от конструктивно-кинематических параметров рабочего органа и условий работы ботвоуборочного модуля.

Annotation. The theoretical analysis of the technological process of the screw conveyor of the hinge assembly module is given in the article. A mathematical model is developed that characterizes and functionally describes the change in the width of the formed roll, which is enclosed in the collected field, depending on the structural and kinematic parameters of the working body and the conditions of the work of the hinge assembly module. The mathematical model is developed on the basis of analytical modeling of the process of unloading of cut and crushed tops of root crops with turns of a screw conveyor.

631.316.023

АНАЛІЗ КОЛИВАНЬ ТРИСЕКЦІЙНОГО БЕЗЗЧІПНОГО КУЛЬТИВАТОРА В ПОВЗДОВЖНЬО-ВЕРТИКАЛЬНІЙ ПЛОЩИНІ

Є. Калінін, канд. техн. наук, доц.,

В. Романченко, канд. техн. наук, доц.,

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

Ю. Козлов,

Харківська філія УкрНДІПВТ ім. Л.Позорілого

Викладено математичну модель руху беззчипного культиватора, яка дозволяє оцінити кутові коливання секцій в поздовжньо- та поперечно-вертикальній площинах. Обґрунтовані масово-геометричні характеристики секцій з метою покращення динамічних показників системи. Встановлено, що коливання бічних секцій у поперечному напрямку мають гармонійний низькочастотний вигляд, що пояснюється ефектом згасання, обумовленим центральною секцією. Визначено, що коливання центральної секції складаються з чотирьох високочастотних складових, визначених коливаннями бічних секцій та нерівностями поля під опорними колесами. Обґрунтовано, що система диференціальних рівнянь порівняно повно описує тенденцію поведінки динамічної системи, враховує конструктивні параметри, ширину секцій, збурення від рельєфу поля і нерівномірності зміни тягового опору під час руху культиватора.

Ключові слова: *математична модель, трисекційний культиватор, коливання, динамічні характеристики, тяговий опір*

Вступ. Конструктивними особливостями беззчипних культиваторів є з'єднання секцій між собою поздовжніми шарнірами. Це забезпечує в робочому положенні коливання однієї секції відносно іншої в поперечно-вертикальній площині і дозволяє певною мірою копіювати рельєф поля. На відміну від агрегатів, складених на базі зчіпок, де кожна секція має тільки власні коливання, для беззчипних культиваторів коливання секцій взаємозалежні, а їхня величина залежить від швидкості руху всього агрегата.

Таким чином, сукупність конструкційних особливостей беззчипних культиваторів, збільшення швидкості руху, а також висока концентрація мас і збільшені моменти інерції змінюють динамічні властивості всієї системи. Для правильного вибору параметрів секцій культиватора, які забезпечують якісне виконання технологічного процесу, необхідно провести дослідження динаміки культиваторного агрегата під час виконання технологічного процесу.

Аналіз останніх досягнень і публікацій. Основним напрямком покращення функціонування сільськогосподарських агрегатів є дослідження їхньої стійкості руху в більшості площинах. При цьому дослідження кінематичних параметрів здійснюється за допомогою методів кінетостатики, коли усі сили, які діють на сільськогосподарську машину, розглядаються в умовах ідеалізації [1-4]. Проте встановлено, що втрата стійкості руху обумовлюється рельєфом поверхні поля, фізико-механічними властивостями як самого ґрунту, так і рослинних елементів.

Окремим елементом дослідження динаміки сільськогосподарських агрегатів є визначення параметрів їх коливань для усунення ефектів резонансу та покращення руху в повздовжньо-вертикальній та поперечно-вертикальній площинах[5, 6].

Мета і постановка завдань дослідження. Метою досліджень є аналіз динаміки та коливань беззчіпного трисекційного культиватора під час виконання технологічного процесу обробітку ґрунту.

Для досягнення поставленої мети необхідно розробити динамічну модель руху культиватора в повздовжньо-вертикальній та поперечно-вертикальній площинах та на її основі провести аналіз амплітудних та частотних характеристик руху системи.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Об'єктом досліджень є трисекційний беззчіпний культиватор КШН-12, який застосовується в ґрунтово-кліматичних зонах з вологістю ґрунту в межах 8...27% і твердістю ґрунту в оброблюваному шарі в межах 0,4...1,6 МПа. У робочому положенні культиватор має шість опорних коліс, два з яких належать бічним секціям і чотири (два спарених) – центральній. Секції з'єднані між собою поздовжніми шарнірами, а культиватор з трактором з'єднаний через сницю.

Для спрощення розрахункової схеми спарені колеса центральної секції замінені одиночними опорами з жорсткістю c_2 та c_3 , яка дорівнює жорсткості заміненої пари коліс. Прийнято, що культиватор симетричний відносно поздовжньо-вертикальної площини, яка проходить через центр мас центральної секції та точку причепа. Тому в незбуреному русі координати центру мас бічних секцій однакові – $y_a = y_n$ (рис. 1). Маса бічних секцій однакові.

На стійкість руху беззчіпного культиватора впливає ряд факторів (мікрорельєф поверхні поля, мінливість властивостей ґрунту, конструкційні особливості і т.д.), більшість з яких є випадковими в часі і можуть діяти одночасно. Врахування цих факторів є достатньо складною задачею, тому під час дослідження були прийняті такі припущення:

1. Культиватор являє собою тримасову систему зі стаціонарними голономними зв'язками, в якій маси секцій зосереджені в центрах секцій O_1 , O та O_2 ;

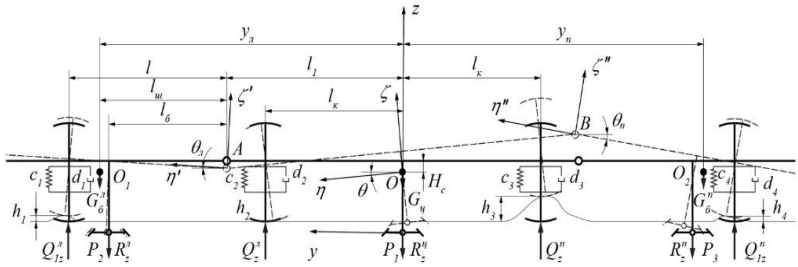


Рисунок 1 – Розрахункова схема трисекційного безщипного культиватора в поперечно-вертикальній площині

2. Впливом трактора на культиватор можна знехтувати;

3. Відхилення траєкторії точок культиватора від відповідних їм траєкторій в усталеному русі мало, тому приростами змінних вищого порядку можна знехтувати, а зміна зовнішніх сил і моментів, пов'язаних з відхиленнями траєкторій точок культиватора, пропорційні відхиленням та їхнім першим похідним.

З урахуванням конструкційних особливостей безщипного культиватора прийняті такі види руху (рис. 2):

1. Кутове переміщення культиватора в поздовжньо-вертикальній та горизонтальній площинах відносно точки причепа трактора;

2. Кутове переміщення бічних секцій відносно поздовжньої осі, що проходить через вісь сполучених шарнірів (у поперечно-вертикальній площині);

3. коливання центральної секції навколо поздовжньої вісі, що проходить через центр мас секції та точку причепа.

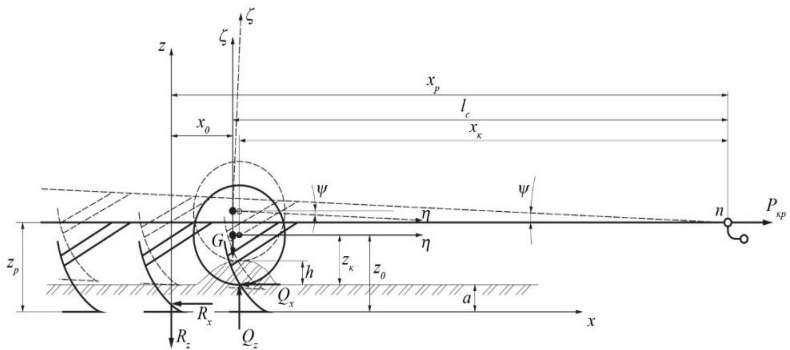


Рисунок 2 – Розрахункова схема безщипного культиватора в поздовжньо-вертикальній площині

У дослідженні руху культиватора найбільший інтерес представляє вивчення його стійкості в поздовжньо-вертикальній і поперечно-вертикальній площинах. Коливання культиватора і його секцій в цих площинах визначає якість виконання технологічного процесу.

Крім того, відомо, що рух причіпних ґрунтообробних машин в горизонтальній площині відносно точки причепу підкорюється закону руху фізичного маятника навколо точки підвісу і може бути описаний лінійним диференціальним рівнянням другого порядку [7]. Тому, під час дослідження руху культиватора і його секцій в поздовжньо- і поперечно-вертикальній площинах були введені три системи координат (рис. 1 та 2):

1. нерухома XYZ , жорстко пов'язана з поверхнею поля (причому вісь X визначає напрямок руху);

2. $\xi\eta\zeta$ – рухома, жорстко пов'язана з центральною секцією в центрі мас;

3. $\xi_1\eta_1\zeta_1$ – рухома, жорстко пов'язана з бічною секцією в шарнірі A .

Під час руху культиватора під впливом зовнішніх збурювальних факторів, жорстко пов'язані з шарнірною і бічною секцією культиватора системи координат $\xi O \eta \zeta$ і $\xi_1 A \eta_1 \zeta_1$ відхиляються і займають положення, яке визначається ейлеровими кутами ψ , θ та θ_n . Зв'язок між координатами ξ, η, ζ та x, y, z , а також між ξ_1, η_1, ζ_1 й x, y, z , і кутами Ейлера встановлюється співвідношеннями, даними в роботі [8].

Для аналізу стійкості руху можна використовувати рівняння Лагранжа другого роду у вигляді:

$$\frac{\partial}{\partial t} \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} - \frac{\partial T}{\partial q_i} + \frac{\partial \Pi}{\partial q_i} + \frac{\partial \Phi}{\partial \dot{q}_i} = Q_i, \quad (1)$$

де T – кінетична енергія культиватора;

Π – потенціальна енергія машини;

Φ – функція опору;

q_i – узагальнена координата;

Q_i – узагальнені сили.

Як узагальнених координат прийемо кутові переміщення секцій культиватора в поздовжньо-вертикальній (ψ) та поперечно-вертикальній (θ , θ_n) площинах. Беручи до уваги малу величину кутів, можна записати:

$$\sin \psi = \psi; \quad (2)$$

$$\sin \theta = \theta; \quad (3)$$

$$\sin \theta_n = \theta_n; \quad (4)$$

$$\sin \theta_n = \theta_n; \quad (5)$$

$$\cos \psi = \cos \theta = \cos \theta_n = \cos \theta_n = 1. \quad (6)$$

Кінетична енергія культиватора складається з кінетичної енергії

поступально рухомих мас секцій і кінетичної енергії секцій в їхньому русі відносно одна одної та точки причепа:

$$T = \frac{1}{2} \left\{ (m_u + 2m_o)(v_o^2 + l_c^2 \dot{\psi}^2) + M_o \left[2l_u l_u \dot{\psi} (\dot{\theta}_a - \dot{\theta}_n) + l_u^2 (\dot{\theta}_a^2 + \dot{\theta}_n^2) + 2l_1^2 \theta^2 - 2l_u l_1 \dot{\theta} (\dot{\theta}_a + \dot{\theta}_n) \right. \right. \\ \left. \left. + 2H_c^2 \dot{\theta}^2 + H_c^2 (\dot{\theta}_a^2 + \dot{\theta}_n^2) + 2H_c^2 \dot{\theta} (\dot{\theta}_a + \dot{\theta}_n) \right] + I_x^o (\dot{\theta}_a^2 + \dot{\theta}_n^2) + (I_y^u + 2I_y^o) \dot{\psi}^2 + I_x^u \dot{\theta}^2 \right\} \quad (7)$$

де m_u , m_o – маси центральної і бічної секції;

I_y^u , I_y^o – моменти інерції центральної і бічної секції відносно поперечних осей, які проходять через центр мас секцій;

I_x^u , I_x^o – моменти інерції центральної секції відносно поздовжньої осі, яка проходить через центр мас секції, і бічної секції відносно поздовжньої вісі, що проходить через вісь сполучених шарнірів;

$\dot{\psi}$, $\dot{\theta}$, $\dot{\theta}_a$, $\dot{\theta}_n$ – кутові швидкості секцій культиватора відповідно в поздовжньо-вертикальній та поперечно-вертикальній площинах;

l_c , l_1 , l_u , H_c – геометричні розміри згідно з розрахунковою схемою (див. рис. 1 та 2);

v_o – швидкість руху агрегата.

Потенційну енергію секційного культиватора, забезпеченого пневматичними колесами, в загальному випадку можна уявити, як потенційну енергію переміщення опор в полі сили тяжіння. При цьому враховується тільки радіальна жорсткість коліс. Тоді за однакової жорсткості коліс бічних секцій ($c_1 = c_4$) і коліс центральної секції ($c_2 = c_3$) потенційна енергія культиватора визначиться за формулою:

$$П = \frac{1}{2} [c_1 (\Delta z_1^2 + \Delta z_4^2) + c_2 (\Delta z_2^2 + \Delta z_3^2)], \quad (8)$$

де $\Delta z_1 - \Delta z_4$ – повне переміщення опори:

$$\Delta z_1 = x_k \psi - l_1 \theta + l \theta_a - h_1; \quad (9)$$

$$\Delta z_2 = x_k \psi - l_k \theta - h_2; \quad (10)$$

$$\Delta z_3 = x_k \psi + l_k \theta - h_3; \quad (11)$$

$$\Delta z_4 = x_k \psi + l_1 \theta - h_4, \quad (12)$$

де $h_1 \dots h_4$ – висота нерівностей поверхні поля під опорними колесами;

x_k , l – кінематичні розміри.

Вираз для дисипативної енергії, яка відображає згасання коливань секцій культиватора, можна знайти, якщо вважати, що згасання пропорційне швидкості вертикального переміщення коліс:

$$\Phi = \frac{1}{2} [d_1 (\Delta \dot{z}_1^2 + \Delta \dot{z}_4^2) + d_2 (\Delta \dot{z}_2^2 + \Delta \dot{z}_3^2)], \quad (13)$$

де $d_1 = d_4$, $d_2 = d_3$ – демпфувальний коефіцієнт коліс відповідно бічних та центральної секцій.

Узагальнені сили, які відповідають прийнятим узагальненим координатам, визначаються з виразів віртуальної роботи діючих сил:

$$Q_{\psi} = \sum_{i=1}^4 Q_z^i x_k - \sum_{i=1}^3 R_z^i x_p + \sum_{i=1}^3 R_x^i (z_p + x_p \psi) + \sum_{i=1}^4 Q_x^i (z_k + x_k \psi) - \sum_{i=1}^3 G_i (l_c + H_c \psi); \quad (14)$$

$$Q_{\theta} = (Q_z^{nu} - Q_z^{mu})(l_k - z_k \theta); \quad (15)$$

$$Q_{\theta_1} = Q_z^{n6} (l + z_k \theta_1) - R_z^{n6} (l_6 + z_p \theta_1) - Q_z^{nu} [(l_1 - l_k) - z_k \theta] + R_z^u (l_k - z_p \theta) - G_6 (l_{1u} + H_c \theta_1); \quad (16)$$

$$Q_{\theta_2} = Q_z^{n6} (l_6 - z_p \theta_2) - Q_z^{n6} (l - z_k \theta_2) + Q_z^u [(l_1 - l_k) + z_k \theta] - R_z^u (l_k - z_p \theta) + G_6 (l_{1u} - H_c \theta_2), \quad (17)$$

де R_z^i , R_x^i – вертикальна та горизонтальна складові сил опору ґрунту робочим органам секцій;

Q_z^i , Q_x^i – вертикальні і горизонтальні складові сил опору ґрунту переміщенню коліс;

G_i – сила тяжіння i -ї секції.

Підставивши в рівняння Лагранжа другого роду значення кінетичної, потенційної, дисипативної енергій і узагальнених сил, отримаємо систему чотирьох диференційних рівнянь другого порядку. Для розв'язання цієї системи за допомогою математичних програмних комплексів, позначимо праві частини рівняння через g_i . Тоді система диференційних рівнянь другого порядку набуде вигляду:

$$\begin{cases} [(m_y + 2m_6)I_c^2 + (I_y^u + 2I_y^6)]\ddot{\psi} + m_6 l_c l_{1u} (\ddot{\theta}_1 - \ddot{\theta}_2) = g_1 \\ (2m_6 I_1^2 + I_x^u)\ddot{\theta} - m_6 l_{1u} l_1 (\ddot{\theta}_1 + \ddot{\theta}_2) = g_2 \\ (m_6^2 I_{1u}^2 + I_x^6)\ddot{\theta}_1 + m_6 l_c l_{1u} \ddot{\psi} - m_6 l_1 l_{1u} \ddot{\theta} = g_3 \\ (m_6^2 I_{1u}^2 + I_x^6)\ddot{\theta}_2 - m_6 l_c l_{1u} \ddot{\psi} - m_6 l_1 l_{1u} \ddot{\theta} = g_4 \end{cases} \quad (18)$$

Використовуючи відомий метод пониження порядку рівнянь, отримаємо нову систему з восьми диференційних рівнянь першого порядку $\dot{y} = f(y_0, y_1, \dots, y_n, t)$.

Розрахунок системи диференційних рівнянь був виконаний у системі аналітичних розрахунків Maple методом Рунге-Кутта. На рисунку 3 як приклад представлені графіки кутових коливань культиватора та його секцій в поздовжньо-вертикальній площині для ширини захвату бічних секцій 3,640 і 2,965 м, що відповідає загальній ширині захвату в 12 і 10 м відповідно.

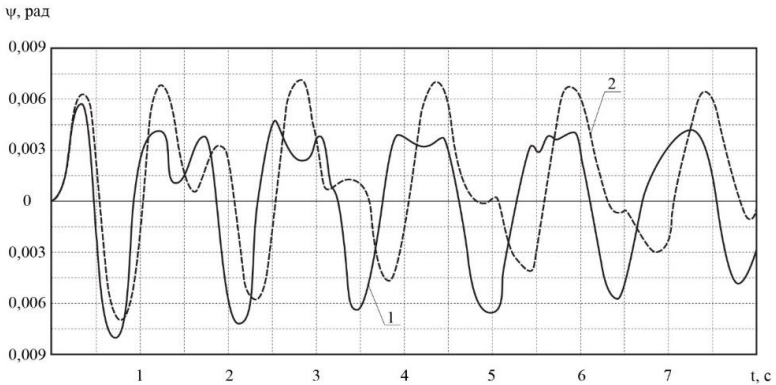


Рисунок 3 – Коливання секцій культиватора в поздовжньо-вертикальній площині для ширини захвату культиватора в 12 м (крива 1) та в 10 м (крива 2)

Попередній аналіз графіків кутів коливань показав, що загалом коливання носять характер згасання. При цьому кутові коливання секцій культиватора в поздовжньо-вертикальній і центральній секції в поперечно-вертикальній площинах являють собою складні низькочастотні коливання, форма яких змінена наявністю низькочастотних складових. Кутові коливання бічних секцій у поперечно-вертикальній площині близькі до гармонійних низькочастотних коливань. Як видно з рис. 3, зміна ширини захвату бічних секцій призводить до зміни частоти і амплітуди кутів коливань, причому зменшення ширини захвату сприяє збільшенню цих характеристик.

Аналіз коливань секцій культиватора в поздовжньо-вертикальній площині показує, що з шириною захвату 12 м спостерігається явно виражений характер згасання коливань. Слід зазначити, що з більшою шириною захвату вплив високочастотних складових, тобто вплив з боку рельєфу поля, – незначний і з плином часу згладжується. Одночасно зі зменшенням ширини захвату цей вплив сприймається системою на всьому відрізку шляху, внаслідок чого утворюються зони чергування коливань. Отже, зі зменшенням ширини захвату реакція динамічної системи на зовнішнє збурення збільшується, а можливість виглиблення секцій зростає.

З графіка кутів коливань центральній секції в поперечно-вертикальній площині видно, що ці коливання згасають за різної ширини захвату, однак їхня амплітуда і частота різні. Складність цих коливань обумовлена наявністю чотирьох високочастотних складових, якими є власні коливання бічних секцій і висота нерівностей поля під опорними колесами центральній секції. Сприймаючи ці коливання, центральна секція гасить їх, що підтверджує характер коливань (згасання). Збільшення частоти і амплітуди кутів коливань зі зменшенням ширини захвату вказує на те, що маса бічних секцій надає гальмівний ефект коливанням центральній секції.

Тому більшій масі бічних секцій відповідають менша частота й амплітуда кутових коливань.

Кутові коливання бічних секцій в поперечно-вертикальній площині близькі до гармонійних низькочастотних згасаючих коливань. Це пояснюється перш за все тим, що власні коливання секцій гасяться коливаннями центральної секції. Тому головними коливаннями бічної секції є вимушені коливання, величина яких визначається довжиною і висотою нерівностей під опорним колесом центральної секції, а частота – шириною захвату бічної секції.

Висновки. Таким чином, система диференціальних рівнянь порівняно повно описує тенденцію поведінки динамічної системи, враховує конструктивні параметри, ширину секцій, збурення від рельєфу поля і нерівномірності зміни тягового опору під час руху культиватора. Аналізом розв'язків динамічної системи встановлені залежності динамічних показників беззчипного трисекційного культиватора від його масово-геометричних показників.

Література

1. Ляпунов А.М. Общая задача об устойчивости движения / А.М. Ляпунов. – М.: Физматгиз, 1959. – 487 с.
2. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин / П.М. Заїка. – Харків: Око, 2001. – Т. 1. – Ч. 1. – 444 с.
3. Малкин И.Г. Теория устойчивости движения / И.Г. Малкин. – М.: Наука, 1966. – 530 с.
4. Пашенко В.Ф. Методика построения математических моделей устойчивости функционирования механических систем / В.Ф. Пашенко, В.В. Ким. – Харьков: ХГАУ им. В.В. Докучаева, 2010. – 115 с.
5. Калінін Є.І. Частотно-динамічна математична модель тракторного агрегату з передачею крутного моменту до рушіїв сільськогосподарської машини / Є.І. Калінін // Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. – 2015. – Вип. 156. – С. 327-334.
6. Калінін Є.І. Моделювання коливань кузову транспортного засобу на гусеничному ході з врахуванням гнучкості кузову / Є.І. Калінін, В.М. Романченко, Г.П. Юр'єва // Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. – 2016. – № 6. – С. 232-238.
7. Гячев Л.В. Динамика машинно-тракторных и автомобильных агрегатов / Л.В. Гячев. – Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского университета. – 1976. – 192 с.
8. Лурье А.И. Аналитическая механика / А.И. Лурье. – М.: ГИФМЛ, 1961. – 824 с.

Аннотация

Рассмотрена математическая модель движения безцепного культиватора, которая позволяет оценить угловые колебания секций в продольно- и поперечно-вертикальной плоскостях. Обоснованы массово-геометрические характеристики секций с целью улучшения динамических характеристик системы. Установлено, что колебания боковых секций в поперечном направлении имеют гармонический низкочастотный вид, что объясняется эффектом угасания, обусловленным центральной секцией. Определено, что колебания центральной секции состоят из четырех высокочастотных составляющих, обусловленных колебаниями боковых секций и неровностями поля под опорными колесами. Обосновано, что система дифференциальных уравнений сравнительно полно описывает тенденцию поведения динамической системы, учитывает конструктивные параметры, ширину секций, возмущения от рельефа поля и неравномерности изменения тягового сопротивления при движении культиватора.

Summary

A mathematical model of the motion of a cordless cultivator is considered, which allows us to estimate the angular vibrations of sections in the longitudinal and transverse-vertical planes. The mass-geometric characteristics of the sections are justified in order to improve the dynamic characteristics of the system. It is established that the lateral sections oscillations in the transverse direction have a harmonic low-frequency form, which is explained by the fading effect due to the central section. It is determined that the vibrations of the central section consist of four high-frequency components, caused by the oscillations of the side sections and the unevenness of the field under the support wheels. It is substantiated that the system of differential equations comparatively fully describes the trend in the behavior of the dynamic system, takes into account the design parameters, the width of the sections, the perturbations from the field relief and the unevenness of the change in the traction resistance when the cultivator moves.

РОЗРОБЛЕННЯ ТА ПРОВАЙДИНГ СТЕНДА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РІВНОМІРНОСТІ РОЗПОДІЛУ НАСІННЯ В РЯДКУ СІВАЛКАМИ ТОЧНОГО ВИСІВУ

О. Митрофанов,

В. Малярчук , канд. с.-г. наук,

І. Лілевман ,

О. Лілевман,

М. Стародубцева,

Південно-Українська філія УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого

У статті наведені результати розроблення та впровадження стенда для статичних випробувань сівалок точного висіву щодо рівномірності розподілу насіння в рядку без демонтажу посівних секцій у Південно-Українській філії УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого

Ключові слова: *сівалка точного висіву, випробування, розподіл насіння, стенд, розробка конструкції, виготовлення, апробація, впровадження*

Вступ. Забезпечення випробувань на рівні сучасних вимог до їхньої якості і в той же час економічна необхідність скорочення терміну їх проведення неможливі без удосконалення методів досліджень та відповідних засобів вимірювальної техніки.

Згідно зі стандартизованими методами [1, 2] рівномірність розподілу насіння в рядку сівалками точного висіву визначається переважно під час їх стендових випробувань. Стендові випробування проводяться імітацією висіву з наступним вимірюванням інтервалів між насінинами, реєстрацією пропусків і двійників та статистичною обробкою результатів дослідів.

Визначення проблеми. Розрізняють три види стендових випробувань: статичні, мобільні та випробування на піщаному шарі [1].

Під час випробування на піщаному шарі досліджувана посівна секція повинна рухатися з постійною швидкістю без коливань над піщаною грядкою з відповідними характеристиками піску. Сошник повинен проникати в пісок на глибину не меншу від мінімальної робочої. Для цього випробування сошник можна обладнати дефлекторами, які, не порушуючи процесу висіву насіння, запобігають осипанню піску в борозну. Треба витримувати однакову глибину борозни. Швидкість руху вперед повинна відповідати фактичній робочій швидкості сівалки.

Під час мобільних випробувань посівну секцію закріплюють на візку, який рухається з постійною швидкістю над розташованою на горизонтальній платформі нерухомою липкою стрічкою і «висіває» на неї насіння.

Статичні випробування полягають у тому, що в нерухомій посівній секції з насінням висівний апарат приводиться в дію зі швидкістю обертання, яка дорівнює фактичній швидкості обертання висівного апарата під час імітованої сівби. Одночасно під сівалкою переміщують липку стрічку зі швидкістю поступального руху сівалки по полю.

В усіх зазначених вище видах стендових імітаційних випробуваннях розподіл насіння на піщаному шарі та прилипло до стрічки насіння наближений до розподілу насіння в ґрунті під час реальної сівби.

Аналіз конструкцій та технології використання вищезазначених типів стендів виявив певні проблеми, які полягають в тому, що:

- необхідно демонтувати ту чи іншу посівну секцію з випробуваної сівалки та встановити її на стенд, а це підвищує трудомісткість випробувань;
- стенди повинні бути обладнані окрім механізмів привода висівного апарата та транспортерної стрічки, ще й вентилятором з механізмом його привода для створення розрідження у висівному апараті;
- під час застосування стендів неможливо відстежити реальний вплив на якість роботи посівної секції механізмів привода сівалки;
- стенди актуальні, здебільшого, на етапі розробки та удосконалення конструкції сівалок в заводських умовах.

Виклад основного матеріалу. У Південно-Українській філії УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого, враховуючи стан проблеми, була проведена науково-дослідна робота, а саме - на основі аналізу науково-технічної та патентної документації і порівняльного оцінювання варіантів можливих рішень розроблений та виготовлений стенд для статичних імітаційних випробувань сівалок точного висіву щодо визначення рівномірності висіву кукурудзи, соняшнику, ріпички, сорго, кормових бобів, сої, квасолі тощо.

Стенд складається з трьох частин:

- пересувного стрічкового транспортера;
- пересувної установки привода висівних апаратів випробуваної сівалки;
- будівельної частини (бетонованого заглиблення в землі для встановлення пересувного стрічкового транспортера в робочому положенні).

Основними частинами пересувного стрічкового транспортера (рис. 1) є стрічкопротягувальний механізм 1 та приводна станція 2, які змонтовані на рамі 3 (рис. 1).

Стрічкопротягувальний механізм має нескінчену транспортерну стрічку 4, тяговий 5 та ведомий 6 барабани, гвинтовий механізм 7 натягу транспортерної стрічки. Верхня гілка транспортерної стрічки спирається на дерев'яний настил 8, який гасить вертикальні коливання стрічки під час її руху.

Приводна станція стенда складається з електродвигуна 9, коробки зміни передач 10 для зміни швидкості руху транспортерної стрічки, пасової 11 та двох ланцюгових передач 12, блоку пускозахисних електричних приладів 13

(кнопки вмикання та вимикання електродвигуна, електромагнітного пускача та теплового реле). Зовні приводна станція закрита металевим капотом, який захищає станцію від опадів і разом з щитками огороження ланцюгових передач забезпечує захист персоналу від безпосереднього контакту з її рухомими травмонебезпечними деталями.

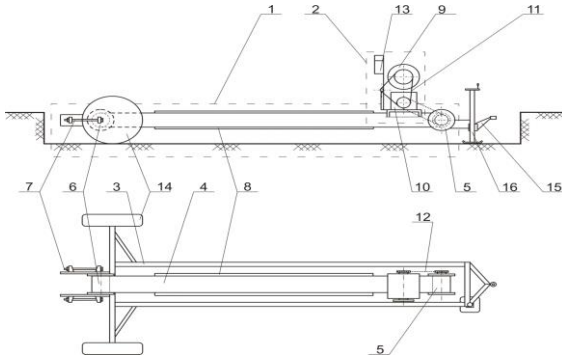


Рисунок 1– Схема станда для визначення рівномірності розподілу насіння в рядку сівалками точного висіву

Пересувний стрічковий транспортер також обладнаний колесами 14 та зчипним пристроєм 15 для транспортування транспортера за допомогою трактора, а також регульованою опорою 16. Стенд спирається на регульовану опору в положенні зберігання і за її допомогою виставляється в робоче положення.

За розробленою конструкцією у виробничих майстернях Південно-Української філії УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого був виготовлений експериментальний зразок пересувного стрічкового транспортера. На рисунку 2 наведений загальний вид транспортера зі знятим капотом його приводної станції.

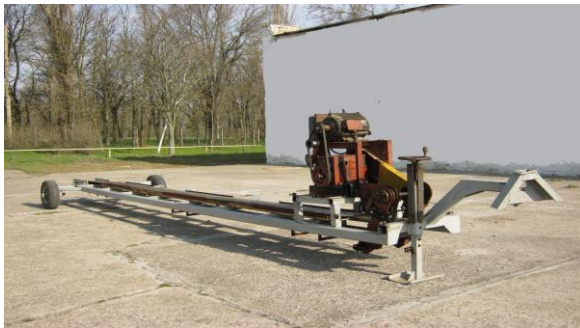


Рисунок 2 – Експериментальний зразок пересувного стрічкового транспортера зі знятим капотом приводної станції

Пересувна установка привода висівних апаратів випробуваної сівалки – це виріб серійного виробництва, який уже тривалий час використовується випробувачами під час визначення норм висіву посівними секціями сівалки та їх регулювання (рис. 3).



Рисунок 3 – Пересувна установка привода висівних апаратів випробуваної сівалки

Будівельна частина стенда являє собою бетонowane заглиблення в землі для встановлення пересувного стрічкового транспортера в робочому положенні. Заглиблення має центральну траншеєподібну частину з пандусами по боках для вкочування та викочування пересувного стрічкового транспортера за допомогою трактора. По обидва боки заглиблення на рівні поверхні землі розташовані горизонтальні бетонowane площадки для встановлення випробуваної сівалки та пересувної установки привода її висівних апаратів (рис. 4).



Рисунок 4 – Будівельна частина стенда

Глибина заглиблення вибрана так, щоб верхня гілка транспортерної стрічки, встановленого в заглиблення пересувного стрічкового транспортера, розташовувалась приблизно на рівні землі.

За результатами випробувань стенда на роботоздатність та на виявлення технічних і технологічних недоліків, з обох боків транспортерної стрічки були встановлені ролики, які спираються об її крайки і тим самим попереджають спадання транспортерної стрічки з барабанів. Також стенд був укомплектований знімним лотком для скидання насіння за межі транспортерної стрічки на час стабілізації процесу імітації висіву (рис. 5).



Рисунок 5 – Знімний лоток для скидання насіння за межі транспортерної стрічки на час стабілізації процесу імітації висіву

Для визначення технічних характеристик стенда була проведена його технічна експертиза з вимірюванням лінійних розмірів, вагових, швидкісних та енергетичних показників (таблиця 1).

Наступним етапом НДР було розроблення порядку підготовки та використання стенда за призначенням, яка проводилась з урахуванням стандартизованих методів визначення розподілення насінин в рядку [1, 2], будови складових частин стенда та їх взаємодії, результатів випробувань стенда на роботоздатність та безпечність проведення робіт.

Для апробації порядку підготовки та використання стенда за призначенням використано сівалки універсальні пневматичні точного висіву УПС-8 [3] та «Вега-12» [3] виробництва ПАТ «Червона Зірка» м. Кіровоград (на даний час-ПАТ «Ельворті» м. Кропивницький) (рис. 6).

Таблиця 1 – Основні технічні характеристики стенда для визначення рівномірності розподілу насіння в рядках сівалками точного висіву

Найменування параметра	Значення параметра
1. Тип	Стационарний
2. Габаритні розміри, мм:	
- пересувного стрічкового транспортера	
довжина	7080±50
ширина	1670±20
висота	1470±20
- пересувної установки привода коліс випробуваної сівалки	
довжина	2235±20
ширина	830±20
висота	940±20
- будівельної частини для встановлення пересувного	
стрічкового транспортера в робочому положенні	
довжина	7680±50
ширина	2990±50
глибина	450±20
3. Розміри ходової частини пересувного стрічкового	
транспортера, мм:	
відстань від осі транспортних коліс до зчпного пристрою	6430±30
ширина колії транспортних коліс	1460±20
діаметр транспортних коліс	500±10
дорожній просвіт	200±20
4. Розміри реєстраційної частини транспортерної стрічки, мм:	
довжина	5600±50
ширина	210
5. Маса, кг	
- пересувного стрічкового транспортера	695±10
- пересувної установки привода висівних апаратів	
випробуваної сівалки	335±10
- загальна	1030±10
6. Лінійна швидкість транспортерної стрічки пересувного	
стрічкового транспортера і вальців пересувної установки привода	
висівних апаратів випробуваної сівалки, км/год (м/с):	
на I передачі	5,3 (1,47)
на II передачі	7,5 (2,08)
на III передачі	9,0 (2,50)
7. Споживана потужність, не більше, кВт	
- пересувного стрічкового транспортера	3
- пересувної установки привода висівних апаратів	
випробуваної сівалки	2
- загальна	5



Рисунок 6 – Апробація роботи станда під час випробувань сівалки універсальної пневматичної точного висіву УПС-8

Для прикладу, результати дослідження за допомогою станда рівномірності розподілу насіння сівалкою УПС-8 наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Результати дослідження за допомогою станда рівномірності розподілу насіння сівалкою універсальною пневматичною точного висіву УПС-8

Показники визначення висівної здатності сівалок	Соляшиник			Кукурудза			Сорго		
	Швидкість руху, км/год	9,0			9,0			9,0	
Кількість шт. на п.м.	3,1	4,5	9,1	2,5	7,1	8,0	4,0	11,0	16,0
Середній інтервал між насіннями, см	32,25	22,20	10,98	40,00	14,10	12,50	25,0	9,10	6,25
Середньоквадратичне відхилення, см	9,41	8,46	5,52	6,01	6,59	5,25	1,58	2,03	1,97
Коефіцієнт варіації, %	28,20	36,59	45,08	35,35	38,87	30,88	25,77	33,12	32,14
Кількість двійників / пропусків, шт. на п.м.	0/4	0/2	1/9	1/3	1/6	1/4	2/3	3/4	3/3

Для впровадження станда в практику випробувань в Південно-Українській філії УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого було проведено ряд заходів, серед яких розроблення інструкції з експлуатації станда, навчання та стажування персоналу роботі зі стандом, презентація станда серед розробників та виробників сівалок і захист авторських прав на конструкцію станда та способу його використання в процесі випробувань сівалок точного висіву.

Інструкція з експлуатації станда за побудовою, змістом та викладом складена з урахуванням відповідних вимог до експлуатаційних документів сільськогосподарської техніки [5] і призначена для ознайомлення

випробувачів з конструкцією стенда, містить вимоги безпеки, порядок підготовки та використання стенда, рекомендації щодо його технічного обслуговування, збереження та транспортування.

Чималий інтерес викликала презентація стенда у конструкторів ПАТ «Ельворті» м. Кропивницький на технічній раді з питань підвищення рівня продукції їхнього заводу, зокрема – сівалок точного висіву (рис. 7).



Рисунок 7 – Презентація стенда на технічній раді з конструкторами ПАТ «Ельворті» м. Кропивницький

Демонстрація стенда також привернула увагу сільгоспвиробників Херсонщини на регіональній науково-практичній конференції «Техніка-селу», як засобу для діагностики та регулювання сівалок точного висіву в господарствах.

Авторські права на конструкцію стенда та методології його використання захищені двома патентами на корисні моделі:

а) «Стенд для визначення рівномірності розподілу насіння в рядку сівалками точного висіву» за № 92995 від 10.09.2014;

б) «Спосіб визначення рівномірності розподілу насіння в рядку сівалками точного висіву» за № 93613 від 10.10.2014.

Випробувачі Південно-Української філії УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого вже третій рік використовують стенд у своїй діяльності та вважають його цілком придатним у практиці наукової, включаючи випробувальну та конструкторську роботу.

Висновки. Згідно з планом науково-дослідної роботи УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого на 2014-2016 роки та технічним завданням Південно-Українською філією в запланованому обсязі виконана НДР «Розроблення та провайдинг стенда для визначення рівномірності розподілу насіння в рядку сівалками точного висіву» з такими результатами:

1. Сконструйований та виготовлений стенд для визначення рівномірності розподілу насіння в рядку сівалками точного висіву.

2. Стенд за результатами проведеної технічної експертизи, випробувань на робоздатність та апробації відповідає вимогам нормативних документів, щодо методів стендових випробувань цього типу сівалок.

3. Застосування стенда забезпечує можливість визначення рівномірності розподілу насіння в рядку сівалками в зборі, а також виключає недоліки інших імітаційних методів стендових статичних випробувань, а саме:

- необхідності демонтажу посівних секцій;
- необхідності обладнання стенда вентилятором з механізмом його привода;

- нестабільності висоти падіння насіння на липку стрічку;

- впливу на достовірність дослідів вітру та вібрацій посівного агрегата.

4. Проведений ряд заходів щодо впровадження стенда в практику випробувань, а також щодо можливості його застосування для діагностики та регулювання однонасінних сівалок у сільських господарствах (розроблення інструкції з експлуатації, навчання та стажування персоналу, презентації).

5. Авторські права на конструкцію стенда та методологію його використання захищені двома патентами.

Література

1. ДСТУ ISO 7256-1:2005 Обладнання для сівби. Методи випробування. Частина 1. Сівалки однонасінневі (сівалки точного висіву). – Введ. 2007-07-01 - Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016.- 29-с

2. СОУ 74.3-37-129:2004 Випробування сільськогосподарської техніки. Машини посівні. Методи випробувань. – Введ. 2004-12-24 - Київ: Мінагрополітики України, 2006.- 86-с

3. ТУ У 29.3-05784437-255:2005 Сівалки універсальні пневматичні УПС-6, УПС-8, УПС-12 та їх модифікації УПС-6-01, УПС-8-01, УПС-12-01, УПС-6-02, УПС-8-02, УПС-6А, УПС-8А, УПС-12А, УПС-6А-01, УПС-8А-01, УПС-12А-01, УПС-6А-02, УПС-8А-02. Загальні технічні умови

4. ТУ У 29.3-05784437-271:2008 Сівалка універсальна пневматична «Вега-12». Технічні умови.

5. ГОСТ 27388-87 Эксплуатационные документы сельскохозяйственной техники. – Введ. 1987-09-01- М: Изд-во стандартов, 1987.- 31-с

***Аннотація.** В статтє приведенє результати разработки и внедрения в Южно-Украинском филиале УкрНДНЦ им. Л. Погорелого стенда для статических испытаний сеялок точного высева в части равномерности распределения семян в рядке без демонтажа посевных секций.*

***Summary.** The article presents the results of the development and implementation in the South Ukrainian branch of L. Pogorilyy UkrNDIPVT stand for static testing of precision seeding machines in the part of the uniform distribution of seed in a row without dismantling of seed sections.*

УДК: 631.3.06:549.742.114:519.24

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ АВТОНОМНОГО ВИСІВНОГО МОДУЛЯ КОТУШКОВОГО ТИПУ ДЛЯ СІВБИ ДРІБНОНАСІННЄВИХ КУЛЬТУР

Т. Гайдай,
УкрНДППВТ ім. Л. Погорілого

У статті розглянуто модель динаміки висівного модуля катушкового типу, складовими якої є параметри і режими катушки. Представлено формулу для розрахунків кутової швидкості, яка дозволяє передбачити необхідну кількість посівного матеріалу, який подається з бункера до насіннепроводу. Досліджено модель руху посівного матеріалу в насіннепроводі, процеси, які відбуваються всередині нього та розглянуто функцію щільності розподілу насіння в поперечному перерізі, що в подальшому дасть змогу більш точно визначати витрати посівного матеріалу та рівномірність розподілу насіння по площі поля.

Ключові слова: динаміка руху, висівний модуль, катушка, насіннепровід, тарілчастий дозатор, математична модель, рівномірний розподіл, дрібнонасіннєві культури.

Постановка проблеми. На основі аналітичного огляду світового ринку техніки найбільш ефективними зряддями для сівби сидеральних культур є ґрунтообробно-посівні агрегати, які забезпечують сівбу одночасно з обробітком ґрунту. Найбільш прийнятною схемою реалізації таких агрегатів є модульна, де ґрунтообробний модуль дооснащується простим за схемами приєднання та приводу висівним апаратом катушкового типу з прийнятними показниками дозування та внесення насіння.

Аналіз результатів досліджень. Для забезпечення агротехнічних вимог сівби потрібно провести аналіз динаміки висівного апарата ґрунтообробно-посівного агрегата, що дасть можливість визначати витрати посівного матеріалу з розрахунку забезпечення заданої норми висіву. Модель динаміки катушки висівного агрегата буде розроблена з врахуванням особливостей конструкції та режимів роботи, враховуючи її вигляд на рисунку 1.

Висівний агрегат працює так. Обертаючись у насінневому бункері, катушка своїми комітками переміщує насіння до вихідних отворів з бункера. Досягнувши вихідних отворів насіння з коміток потрапляє у воронки насіннепроводів і під дією повітрянагнітача переміщається до виходу на площини розсіювання.



Рисунок 1 – Вигляд котушки висівного агрегата

Кутову швидкість обертання висівної котушки ω_k будемо визначати за умови забезпечення висівання кількості насіння на одиницю площі N_r близьку до заданої норми висіву N_z . Уведемо систему координат xOy , вісь Ox проходить по осі обертання вала висівної котушки. До вала котушки радіуса $r_k = D_k/2$ прикладені, згідно [1], зовнішні сили: сумарна вага котушки із захопленим її комірками насінням $P_\Sigma = P_k + P_c$, нормальна реакція підшипників R_n і сила тертя ковзання F , прикладена до вала котушки в точках, де передається тиск вала на підшипники, і спрямована проти обертальної швидкості $v = \omega_k \cdot r_k$ у цих точках. Ураховуємо також, що створений керованим електродвигуном момент сил $M_{зд}$, необхідний для подолання сил тертя і підтримки стабільного рівномірного обертання котушки. Зауважимо, що вал котушки обертається в підшипниках з коефіцієнтом тертя-ковзання f_{mp} .

Виходячи з того, що сили P_Σ і R_n перетинають вісь обертання вала котушки перпендикулярно до неї, їх моменти щодо цієї осі дорівнюють нулю. Момент відносно осі вала котушки висіву матиме тільки сила тертя F , рівна по модулю $F = f_{mp} \cdot R_n$. Вважаємо, що сила реакції підшипників фактично дорівнює сумарній вазі котушки з насінням, тобто, $R_n \approx P_\Sigma$, маємо: $F = f_{mp} \cdot P_\Sigma = f_{mp} \cdot (P_k + P_c)$.

Визначимо момент інерції котушки з насінням в жолобках, як момент інерції деякого однорідного циліндричного вала масою $m_B = \frac{P_k + P_c}{g}$ і радіусом r_k :

$$I_k = \frac{m_B \cdot r_k^2}{2} = \frac{(P_k + P_c) \cdot D_k^2}{8g}, \quad (1)$$

де g – прискорення вільного падіння, а D_k – діаметр висівної котушки (рис. 1).

Вираз для визначення моменту опору сил тертя матиме вигляд

$$M_{тр,к} = F \cdot r_k = f_{тр} \cdot \frac{(P_k + P_c) \cdot D_k}{2}. \quad (2)$$

Тоді, враховуючи вигляд рівняння обертання твердого тіла навколо нерухомої осі: $I_k \ddot{\varphi} = I_k \dot{\omega} = M_{зд} - M_{тр,к}$, рівняння динаміки висівної котушки матиме вигляд:

$$\frac{m_B \cdot r_k^2}{2} \cdot \dot{\omega} = \frac{(P_k + P_c) \cdot D_k^2}{8g} \cdot \ddot{\varphi} = M_{зд} - f_{тр} \cdot \frac{(P_k + P_c) \cdot D_k}{2}, \quad (3)$$

де $M_{\text{до}}$ – момент сил, створюваних електродвигуном для обертання котушки, рівний або більший моменту опору сил тертя.

Сталість швидкості обертання котушки залежно від (3), забезпечується за умови виконання рівності [2]:

$$M_{\text{зд}} - f_{\text{тр}} \cdot \frac{(P_k + P_c) \cdot D_k}{2} = 0. \quad (4)$$

Звідки отримуємо, що для рівномірного виходу насіння з насінного бункера необхідно

$$\dot{\omega} = \ddot{\varphi} = 0 \Rightarrow \omega = \text{const}. \quad (5)$$

Кутову швидкість ω , висівної котушки (або - число обертів за одиницю часу), необхідну для видачі посівного матеріалу в кількості, необхідній для покриття ґрунту поля площею S , обчислимо виходячи із заданої норми висіву N_3 (кількість насіння на одиницю площі в $\text{г}/\text{м}^2$ або $\text{шт}/\text{м}^2$), і роботи посівного агрегата, що рухається зі швидкістю $V_{\text{ав}}$. Для цього визначимо [3] такі параметри:

- кількість насіння, виштовхуваного котушкою з насінневого бункера за 1 оберт:

$$q_0 = 10^{-6} (S_{\text{ж}} \cdot Z \cdot \mu + \pi \cdot D_k \cdot C_1 \cdot (1 - e^{-b_0}) / b_0) \cdot L_r \cdot \gamma_{\text{п.м.}}, \quad (6)$$

де $S_{\text{ж}}$ - площа поперечного перерізу комірки, мм^2 ; Z - кількість комірок; μ - коефіцієнт заповнення жолобків посівним матеріалом; D_k - зовнішній діаметр котушки; C_1 - зазор на виході між котушкою і дном бункера, мм ; e - основа натурального логарифма; b_0 - коефіцієнт пропорційності (для дрібного насіння $0,2 \dots 0,25$); L_r - робоча довжина котушки, мм ; $\gamma_{\text{п.м.}}$ - об'ємна маса посівного матеріалу, $\text{г}/\text{дм}^3$;

- необхідну продуктивність посіву (в $\text{г}/\text{с}$) за ширини посівного агрегата B :

$$Q_3 = B \cdot V_{\text{ав}} \cdot N_3, \quad (7)$$

Виходячи із заданої норми N_3 , на полі площею S потрібно висіяти кількість посівного матеріалу H , яка визначається співвідношенням

$$H = N_3 \cdot S. \quad (8)$$

З огляду на вираз (6), визначаємо розрахункове число обертів висівної котушки θ_r , необхідне за умовами технології для висіву посівного матеріалу:

$$\theta_r = H / q_0. \quad (9)$$

Час T_i для технологічної обробки ділянки поля площею ΔS_i , посівного агрегата з шириною захвату B , який рухається на цій ділянці зі швидкістю $V_{\text{ав}i}$, визначимо з виразу:

$$T_i = \Delta S_i / (B \cdot V_{\text{ав}i}). \quad (10)$$

Загальний час T обробки поля площею S визначимо, підсумувавши залежність (10) по $i=1,2,3,\dots$, кінцеве число яких визначиться експериментально за моментами зміни постійних значень локальної швидкості $V_{\text{ав}i}$ посівного агрегата:

$$T = \sum_i T_i = \sum_i \Delta S_i / (B \cdot V_{\text{ав}i}). \quad (11)$$

Облік i -ї зміни швидкості V_{ae} посівного агрегата дозволить обчислити згідно з (7) на цій ділянці поля необхідну продуктивність висіву насіння: $Q_{zi} = B \cdot V_{azi} \cdot N_z$, що дає можливість визначити за заданою нормою висіву необхідну для i -ї ділянки поточну витрату посівного матеріалу:

$$H_{zi} = Q_{zi} \cdot T_i. \quad (12)$$

Отже, з огляду на вираз (9) і (10), можна визначити для висівної котушки відповідну реальну кутову швидкість ω_{ri} на кожній i -й ділянці:

$$\omega_{ri} = H_{zi} / (q_0 \cdot T_i), \quad (13)$$

яка дозволить їй видати з насінневого бункера необхідну за розрахунковою технологією кількість посівного матеріалу, що в подальшому потрапляє до насіннепроводу.

Далі розглянемо модель руху насіння по насіннепроводу. Побудуємо відповідну математичну модель за аналогією з [5].

Досить загальний підхід до побудови такої моделі наведено в [4], де в повній мірі на базі теорії гідродинаміки описаний нелінійний динамічний процес взаємодії пучка насіння щільністю ρ із внутрішнім тиском P , що рухається зі швидкістю Vc по насіннепроводу під дією потоку повітря з повітронагнітача, безпосередньо з трубкою насіннепроводу. У цій математичній моделі враховані нелінійні механізми енергообміну, а саме: сили Коріоліса, динамічний напір потоку частинок на стінки трубопроводу, вплив на потік сил поздовжнього стиснення трубки, додаткові навантаження в місцях вигинів трубки, внутрішній тиск потоку в насіннепроводі.

Рух маси насіння в насіннепроводі під дією повітронагнітача можна також, суттєво ідеалізуючи процес, розглядати як встановлений потік рідини, тобто підпорядкований закону Бернуллі, за якого швидкість \vec{V}_i її частинок, тиск P і щільність ρ не змінюються з часом [6]: $\frac{\rho V^2}{2} + \rho gh + P = const.$

У цьому випадку спростуємо побудову моделі, відкидаючи важко враховувані силові реакції, які загалом доповнюють повноту інтерпретації фізичного процесу, але не роблять, на наш погляд, істотного впливу на його динаміку. Метою такого вибору для математичної моделі є визначення в явному вигляді щільності розподілу насіння в поперечному перерізі на виході з насіннепроводу.

Розглянемо рух насіння після виносу їх котушковим висівним апаратом з бункера в насіннепровід. Аналогічно з [5], де наведені результати теоретичного дослідження технологічного процесу висіву насіння дрібнонасіненних культур, засновані на статистичній природі потоку насіння під час руху у насіннепроводі в гравітаційному полі землі, а також на законах рівнорозподілу енергії за їх взаємодії, на підставі теореми про зміну імпульсу матеріальної точки можна записати

$$\frac{d}{dt} m_i \vec{V}_i = \vec{F}_i, \quad (14)$$

де \vec{F}_i — головний вектор зовнішніх сил діючих на частинку, \vec{V}_i — вектор швидкості частинки, m_i — маса.

Підсумувавши за i члени в рівнянні (14), для N насінин отримаємо:

$$\frac{d}{dt} \sum_{i=1}^N m_i \vec{V}_i = \sum_{i=1}^N \vec{F}_i. \quad (15)$$

Усреднюючи вираз (15) за N запишемо його у вигляді $\frac{d}{dt} \bar{P} = \bar{F}$.

Коли $\bar{F} = 0$, то $\frac{d}{dt} \bar{P} = 0$, що означає динамічну рівновагу системи і зберігання середньої величини імпульсу $\bar{P} = const$ за відсутності дії зовнішніх сил, принаймні, протягом часу перебування насіння в насіннепроводі навіть за наявності зіткнень між собою і стінками насіннепроводу. У разі, коли $\bar{F} \neq 0$ такої рівноваги не буде, оскільки зовнішнє поле змінює середню швидкість руху насіння.

Для вивчення спільної дії сил гравітації і зіткнень під час переміщення по насіннепроводу необхідно виходити зі статистичної природи руху насіння. Розглянемо механічну систему з N насіння. Її стан характеризується набором значень координат насіння $r = \{q_1, q_2, \dots, q_{3N}\}$ і пов'язаних з ними імпульсів $p = \{p_1, p_2, \dots, p_{3N}\}$. Безліч точок r утворює простір конфігурацій $K(r)$, а безліч точок p - простір імпульсів $K(p)$. Сукупність обох просторів $K(r) \times K(p)$ називається фазовим простором $K(r, p)$. Стан точки (однієї насінини) у фазовому просторі системи характеризується 6-ма величинами: 3-ма координатами і 3-ма проекціями імпульсу.

Нехай f - деяка функція, яка відображає розподіл насіння, тобто їхніх координат та імпульсів у фазовому просторі системи з N частинок. Складемо повну похідну від неї за часом:

$$\frac{df}{dt} = \frac{\partial f}{\partial t} + \sum_{i=1}^N \left(\frac{\partial f}{\partial q_i} \dot{q}_i + \frac{\partial f}{\partial p_i} \dot{p}_i \right). \quad (16)$$

Підставимо сюди замість \dot{q}_i і \dot{p}_i їх вираз з рівнянь Гамільтона [6]:

$$\dot{p}_i = - \frac{dH}{dq_i}; \quad \dot{q}_i = \frac{dH}{dp_i}$$

Тоді замість рівняння (16) можемо записати:

$$\frac{df}{dt} = \frac{\partial f}{\partial t} + \sum_{i=1}^N \left(\frac{\partial f}{\partial q_i} \frac{\partial H}{\partial p_i} - \frac{\partial f}{\partial p_i} \frac{\partial H}{\partial q_i} \right). \quad (17)$$

Замінивши в (17) суму дужками Пуасона для величин f і H [6]

$$\sum_{i=1}^N \left(\frac{df}{dq_i} \frac{dH}{dp_i} - \frac{df}{dp_i} \frac{dH}{dq_i} \right) = (f, H)$$

отримаємо вираз

$$\frac{df}{dt} = \frac{df}{dt} + (f, H) \quad (18)$$

Відповідно до теореми Ліувілля [7] про зберігання фазового об'єму під час руху механічної системи, яка складається з N частинок, уздовж фазової

траєкторії, можна покласти: $\frac{df}{dt} = 0$. Тоді замість (18) запишемо:

$$\frac{\partial f}{\partial t} + (f, H) = 0. \quad (19)$$

З цього рівняння випливає, що функція розподілу повинна виражатися лише через такі комбінації змінних \dot{q}_i і \dot{p}_i , які з плином часу залишаються постійними. Такими властивостями володіють інтеграли руху.

Оскільки польові взаємодії між насінням відсутні, то вираз (19) можна розглядати в 6-вимірному фазовому просторі однієї частки з функцією розподілу $f(x, y, z; p_x, p_y, p_z; t)$ і гамільтоніаном $H(x, y, z; p_x, p_y, p_z)$. Тоді рівняння (19) набуде вигляду:

$$\frac{\partial f}{\partial t} = -\frac{\partial f}{\partial \bar{r}} \frac{\partial \bar{r}}{\partial t} - \frac{\partial f}{\partial \bar{p}} \frac{\partial \bar{p}}{\partial t}. \quad (20)$$

$$S(t) = -\frac{df}{d\bar{r}} \frac{d\bar{r}}{dt} - \frac{df}{d\bar{p}} \frac{d\bar{p}}{dt}$$

Члени в правій частині (20) представляють локальні зміни функції f , викликані невідомими рухами насіння в одночастковому фазовому просторі, або оператор Ліувілля для однієї

частинки [11], де $H = p^{-2}/2m + E_n(\bar{r})$.

Тоді як $\frac{d\bar{r}}{dt} = \bar{v}$, а $\frac{d\bar{p}}{dt} = \frac{dm\bar{V}}{dt} = \frac{m d\bar{V}}{dt} = m \cdot \bar{a}$, то замість рівняння (20) отримаємо

$$\frac{\partial f}{\partial t} = -\bar{v} \frac{\partial f}{\partial \bar{r}} - \bar{a} \frac{\partial f}{\partial \bar{v}}. \quad (21)$$

Взаємодія насіння між собою може призводити до різких змін їхнього стану, що обумовлено короткостроковістю ударів. У цьому випадку $2m\Delta\bar{V} = F_{y\Delta} \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta\bar{V}/\Delta t_{(\Delta t \ll \tau)} = F_{y\Delta}/2m = \bar{a}/2$, і порушується рівноважний розподіл насіння по перетину насіннепроводу.

Нерівноважний стан системи частинок, за відсутності зовнішніх сил, прагне до рівноваги. Передбачивши, що зміна будь-якого динамічного параметра системи частинок за його малого відхилення від рівноважного стану пропорційно різниці миттєвого значення будь-якого параметра функції розподілу $f(\bar{r}, \bar{p}, t)$, і його рівноважного розподілу $f_0(\bar{r}, \bar{p})$ другий доданок в рівнянні (21) можна записати у вигляді

$$\bar{a} \frac{df}{d\bar{v}} = a_e \frac{df}{d\bar{v}} - \frac{f - f_0}{\tau}, \quad (22)$$

де τ - час релаксації, за який величина відхиленого параметра зменшиться в e разів.

Вважаючи час релаксації τ однозначною характеристикою процесу відновлення рівноваги системи, рівняння (23) з урахуванням залежності (22) можна перетворити до вигляду

$$\frac{\partial f}{\partial t} = -\bar{V} \frac{\partial f}{\partial \bar{r}} - \bar{a}_z \frac{\partial f}{\partial \bar{V}} + \frac{f - f_0}{\tau}. \quad (23)$$

Цей вираз - кінетичне рівняння Больцмана [8]. Воно відображає зміну в часі стану системи частинок $f(\bar{r}, \bar{p}, t) \cdot d\bar{r} \cdot d\bar{V}$ в елементі обсягу однієї частинки, що відбувається внаслідок руху насіння і зіткнень між ними.

Оскільки нас цікавить рівноважний стан, в який система перейде після закінчення процесу релаксації, то, вважаючи $\partial f / \partial t = 0$ в рівнянні (23), отримаємо

$$-\bar{V} \frac{\partial f}{\partial \bar{r}} - \bar{a}_z \frac{\partial f}{\partial \bar{V}} = -\frac{f - f_0}{\tau}. \quad (24)$$

Направляючи вісь O_z уздовж осі насіннепроводу, а вісь O_x перпендикулярно їй у напрямку руху посівного агрегата, рівняння (24) для потоку насіння по насіннепроводу запишеться у вигляді,

$$-\bar{V}_z \frac{df}{dr} - a_z \frac{df}{dV_z} = -\frac{f - f_0}{\tau} \quad (25)$$

де \bar{V}_z - швидкість руху в напрямку осі O_z ; \bar{a}_z - прискорення, викликане зовнішнім полем у напрямку осі O_z .

Вираз (25) — лінійне неоднорідне рівняння в часткових похідних щодо змінних \bar{V}_z і z .

Задача Коші для рівняння (25) полягає в такому: потрібно знайти рішення, яке за $z=z_0$ перетворюється у функцію $\psi(x, y, z)$ своїх аргументів. Відомо [10], що кожне диференціальне рівняння в часткових похідних першого порядку перебуває в тісному зв'язку з системою звичайних диференціальних рівнянь - системою характеристичних функцій. Рішення останнього будується з рішень такої системи. Для рівняння (25) вона має вигляд:

$$-\frac{\partial \bar{z}}{\partial \bar{V}_z} = -\frac{\partial \bar{V}_z}{\partial \bar{z}} = -\frac{dt}{(f - f_0)/\tau}. \quad (26)$$

Як показано в [9], для частинок, що дотримуються класичним законам, рішення подібної системи задається функцією:

$$\psi = f = A \cdot \exp \left(\beta \cdot \left(\frac{mV^2}{2} + U(r) \right) \right), \quad (27)$$

де f - розподіл Максвелла-Больцмана, A і β - постійні, які визначаються значенням розподілу енергії повного числа насіння.

Коефіцієнт A можна знайти з умов нормування

$$\int_D A \cdot \exp\left(-\beta \cdot E\left(\vec{V}, \vec{r}\right)\right) dV d\vec{r} = 1 \quad (28)$$

де D – область допустимих значень координат та імпульсів у фазовому просторі.

Щоб визначити постійну β обчислимо за допомогою функції (28) значення E_x , E_y , E_z складових повної кінетичної енергії частинки E , що припадають на переміщення частинки в напрямках по осях Ox , Oy , Oz , відповідно. Для цього представимо E у вигляді суми $E(\vec{V}, \vec{r}) = E_x + E_y + E_z$.

$$\text{Де } E_x = \frac{mV_x^2}{2}, E_y = \frac{mV_y^2}{2}, E_z = \frac{mV_z^2}{2}, m \text{ — маса частинки.}$$

Підставляючи, наприклад, значення E_x в (28) і інтегруючи по всій області допустимих значень координат і імпульсів за фіксованій швидкості V_x , отримуємо

$$A' \cdot \int_{V_x \min}^{V_x \max} \exp\left(-\beta \cdot \frac{mV_x^2}{2}\right) \cdot dV_x = 1, \quad (29)$$

де A' — постійний коефіцієнт.

Значення β визначається із таких міркувань. Кожна частинка, виходячи з посівного апарата, має потенційну енергію, яка дорівнює mgH_{aa} де H_{aa} — висота висівного апарата відносно нижньої точки насіннепроводу. Оскільки в насіннепроводі знаходиться N частинок, то загальна енергія системи частинок буде рівна $E = N \cdot \alpha \cdot m \cdot g \cdot H_{aa}$ де α - коефіцієнт, що враховує втрати під час зіткнень.

Відповідно до закону рівнорозподілу на кожний ступінь свободи доводиться в середньому однакова кінетична енергія. Тому, якщо вважати, що повна енергія системи частинок розподіляється пополам між кінетичною і потенційною, то середня енергія, що припадає на x складову одного зерна,

$$E_x = \frac{1}{2}(\alpha \cdot m \cdot g \cdot H_{aa})/6 = (\alpha \cdot m \cdot g \cdot H_{aa})/12$$

буде дорівнювати

Отже, максимальна енергія відрізняється від середньої в $12 \cdot N$ раз, а максимальний імпульс відрізняється від середнього в $\sqrt{12 \cdot N}$ раз. Враховуючи, що максимальний імпульс в декілька разів перевищує середнє значення складової по осі Ox , можна межі змінних для інтеграла від функції (29) замінити на нескінченні:

$$A' \int_{-\infty}^{\infty} \exp\left(-\beta \cdot \frac{mV_x^2}{2}\right) \cdot dV_x = 1.$$

Інтеграл в лівій частині - це інтеграл Пуассона, який дорівнює $\sqrt{2\pi/\beta m}$ [9], звідки $A' = \sqrt{\beta m/2\pi}$. Тому щільність розподілу ймовірностей

складової швидкості по осі Ox виражається як

$$f_{p_x}(V_x) = \sqrt{\frac{\beta m}{2\pi}} \cdot e^{-\beta \frac{mV_x^2}{2}} dV_x$$

Користуючись цією формулою, знайдемо середнє значення \bar{E}_x :

$$E_x = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{mV_x^2}{2} \sqrt{\frac{\beta m}{2\pi}} \cdot e^{-\beta \frac{mV_x^2}{2}} dV_x = \sqrt{\frac{\beta m}{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{mV_x^2}{2} \cdot e^{-\beta \frac{mV_x^2}{2}} dV_x = -\frac{1}{2\beta}$$

Отже, отримуємо: $E_s = |E_x| = \frac{1}{2 \cdot |\beta|}$. З точки зору фізичного сенсу зрозуміло, що β величина не негативна, у протилежному випадку вихідний інтеграл буде розходитися, тому: $|\beta| = \beta$ і $E_s = \frac{1}{2 \cdot \beta}$.

Отже, β — величина зворотна кінетичній енергії. Зараз щільність розподілу можна представити у вигляді:

$$\psi(x, y, z, V_x, V_y, V_z) = A \cdot e^{-\frac{\frac{mV^2}{2} + U(r)}{2E_s}}, \quad (30)$$

де A — постійна, яка визначається з умови нормування.

Перед обчисленням A розрахуємо потенційну енергію насіння в об'ємі насіннепроводу W у вигляді

$$\bar{U}(r) = \begin{cases} mg \bar{r}, & \text{для } \bar{r} \text{ всередині } W; \\ 0, & \text{для } \bar{r} \text{ поза } W \end{cases} \quad (31)$$

Запишемо умови нормування для функції розподілу (27)

$$A \cdot \int_D e^{-\frac{\frac{mV^2}{2} + U(\bar{r})}{2E_s}} d\bar{V} d\bar{r} = 1. \quad (32)$$

Користуючись незалежністю проекцій швидкостей V_x , V_y , V_z перепишемо (32) у вигляді від $\bar{r} = \bar{r}(x, y, z)$:

$$A \cdot \int_0^{\infty} e^{-\frac{mV_x^2/2}{2E_s}} dV_x \times \int_0^{\infty} e^{-\frac{mV_y^2/2}{2E_s}} dV_y \times \int_0^{\infty} e^{-\frac{mV_z^2/2}{2E_s}} dV_z \times \int_0^{\infty} e^{-\frac{U(x,y,z)}{2E_s}} dx dy dz = 1. \quad (33)$$

Із останнього виразу можна визначити A , якщо використовувати значення інтеграла Пуасона і формулу (31) для потенційної енергії. Враховуючи, що

$$\int_0^{\infty} e^{-\frac{mV^2}{4E_s}} dV = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{4\pi E_s}{m}} = \sqrt{\frac{\pi E_s}{m}},$$

а також ті обставини, що під час руху по насіннепроводу потенційна енергія $U(x,y,z)$ зменшується, а кінетична E_s збільшується, то завжди в насіннепроводі

можна вибрати таку точку, де $\exp\left(-\frac{U(x,y,z)}{2E_s}\right) = 1$. Звідси маємо:

$$\int_0^{\infty} e^{-\frac{U(x,y,z)}{2E_s}} dx dy dz = \int_W 1 dx dy dz = W$$

$$A \cdot \left(\frac{\pi E_s}{m}\right) \cdot W = 1$$

Тоді замість виразу (32) можна записати , звідки

$$A = \frac{1}{W} \left(\frac{m}{\pi E_s}\right)^{\frac{3}{2}}, \quad (34)$$

Підставляючи (34) у функцію розподілу (27), отримаємо

$$f = \frac{1}{W} \left(\frac{m}{\pi E_s}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot e^{-\frac{1}{2E_s} \left(\frac{mV_x^2}{2} + \frac{mV_y^2}{2} + \frac{mV_z^2}{2} + U(x,y,z)\right)}. \quad (35)$$

Аналіз формули (35) дозволяє зробити висновок, що формування потоку насіння насіннепроводом визначається розмірами насіннепроводу, масою і розмірами насіння, а також середньою кінетичною енергією, що припадає на цю групу насіння (одне зерно). З неї ж можна отримати щільність розподілу насіння по поперечному перетину S насіннепроводу.

Оскільки кінетична і потенційна енергії залежать від різних змінних, то замість виразу (35), враховуючи, що об'єм насіннепроводу $W=S \cdot L$, де L - довжина насіннепроводу, можемо записати

$$f_1 = \frac{1}{\pi R_c^2} \cdot e^{-\frac{U(x,y,z)}{2E_s}}, \quad (36)$$

$$f_2 = \frac{1}{L} \left(\frac{m}{\pi E_s}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot e^{-\frac{1}{2E_s} \left(\frac{mV_x^2}{2} + \frac{mV_y^2}{2} + \frac{mV_z^2}{2}\right)}. \quad (37)$$

При зміні кута нахилу насіннепроводу відносно вертикальної осі вертикальну силу, викликану гравітаційним полем можна розкласти на дві складові: $m \cdot g \cdot \sin \varphi$ - для горизонтальної і $m \cdot g \cdot \cos \varphi$ - для вертикальної.

Тоді для потенційної енергії в площині перетину насіннепроводу, наприклад, по осі Ox - $U(x) = x \cdot m \cdot g \cdot \sin \varphi$, а по осі Oz - $U(z) = E_s = \alpha \cdot z_0 \cdot m \cdot g \cdot \cos \varphi / b$.

Підставляючи ці значення в формулу (36) отримаємо для поперечного перерізу насіннепроводу

$$f(x, y) = \frac{1}{\pi R^2} \cdot e^{-\frac{3 \cdot x \cdot y \cdot \varphi}{\alpha \cdot z_0}} \quad (38)$$

Отже, ми маємо на виході в поперечному перерізі насіннепроводу функцію щільності розподілу насіння близьку до щільності нормального (Гаусового) розподілу. З формули (38) випливає, що за $\varphi=0$ розподіл частинок по поперечному перерізі рівномірний. У разі, якщо $\varphi \neq 0$, то за малих x і досить більшому значенні величини z_0 також можна вважати розподіл рівномірним.

Якщо під час руху частинок по насіннепроводу повна енергія механічної системи убуває $\alpha < 1$, то відхилення $f(x, y)$ від щільності рівномірного розподілу збільшується, якщо ж $\alpha > 1$, то спостерігається зворотна картина.

Таким чином, враховуючи, що вихід трубки насіннепроводу спрямований вниз (кут φ близький до 0), можна вважати, що в загальному випадку розподіл насіння по поперечному перерізі на виході є нормальним, а в межі ($\varphi = 0$) - рівномірним і насіння буде падати на вихід трубки зі швидкістю потоку V_c .

Висновок.

Проведений аналіз досліджень динаміки руху насіння в складових автономного висівного модуля дозволив отримати модель складовими якої є параметри і режими котушкового дозатора, залежність руху насіння по насіннепроводу та зіткнення з площиною розсівання (тарілчастого дозатора), встановлено, що щільність розподілу пучка/згустка насіння, яке падає на пластинку тарілчастого дозатора по нормалі, у поперечному перерізі наближена до нормального закону, а за малого або нульового значення кута нахилу площини φ - до рівномірного.

Література:

1. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики / С.М. Тарг // – М.: Высшая школа, 1986. – 416 с.
2. Яблонский А.А. Курс теоретической механики. Часть 2 / А.А. Яблонский. – М.: Высшая школа, 1966. – 411 с.
3. Погорельый Л.В. Почвообрабатывающие и посевные машины: история, машиностроение, конструирование /П.В. Сысолин, Л.В. Погорельый. – К.: Феникс, 2005. – 264 с.: илл.: - (серия «Сельскохозяйственная техника XX века»)
4. . Кравчук В. Процедури системно-аналогового моделювання та ланцюгових технологічних перетворень для ґрунтообробно-посівного агрегата / В. Кравчук, Т. Гайдай, Г. Баранов, О. Прохоренко // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: збірник наук. пр. УкрНДПШВТ ім. Л.Погорілого, Дослідницьке, 2016. - Вип.20 (34), – с.80-93

5. Молофеев В.Ю. Математическая модель движения семян по семяпроводу / В.Ю. Молофеев// - М.: Достижения науки и техники АПК, №4-2007, с.-3-6.

6. Ольховский И.И. Курс теоретической механики для физиков. — Главная ред. физ.-мат. лит. изд. Наука, — М., — 1970.

7. Ландау Л., Лившиц Е. Статистическая физика. Государственное изд. техн.-теорет. лит. Москва, 1940.

8. Уленбек Дж., Форд Дж. Лекции по статистической механике, пер. с англ. под ред. Н.А. Квасникова. Изд. Мир. Москва, 1965.

9. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений. - М.: Технико-теоретическая литература, 1953.

10. Камке Э. Справочник по дифференциальным уравнениям в частных производных первого порядка. М.: Наука, 1966.

11. Ноздрев В.Ф., Сенкевич А.А. Курс статистической физики. — М.: Высшая школа, 1969.

Аннотация

В статье рассмотрена модель динамики высевающего модуля катушечного типа, составляющими которой являются параметры и режимы катушки и представлено формулу для расчетов угловой скорости, которая позволяет предусмотреть необходимое количество посевного материала, подаваемого из бункера к семяпроводу. А также исследовано модель движения посевного материала в семяпроводе, процессы, которые происходят внутри него и рассмотрено функцию плотности распределения семян в поперечном сечении, что в дальнейшем позволит более точно определять затраты посевного материала и равномерность распределения семян по площади поля.

Summary.

In the article the model of dynamics of the seed module of the coil type is considered, the components of which are the parameters and modes of the coil. The formula for calculating angular velocity is presented, which allows to predict the required amount of seed material, which is fed from the hopper to the seed line. The model of the movement of sowing material in the seed line, the processes occurring inside it and the function of the seed distribution density in the cross section are considered, which in the future will allow to more precisely determine the costs of the seed material and the uniform distribution of seeds in the area of the field.

УДК 636:636.084

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ КОМБІНОВАНОГО ЗМІШУВАЧА КОРМІВ

Р. Кісільов, канд. техн. наук,

І. Сисоліна, канд. техн. наук,

Центральноукраїнський національний технічний університет

У статті наведені результати аналізу роботи і досліджень традиційних конструкцій змішувачів кормів, які застосовуються в тваринництві. Визначено, що однорідність змішування не відповідає встановленим вимогам. Визначені та досліджені напрямки вдосконалення процесу приготування кормових сумішей для великої рогатої худоби, що враховують зоотехнічні вимоги. Запропонована нова конструкція комбінованого стрічково-лопатевого змішувача кормів, принцип роботи якого пояснюється технологічними схемами, підвищення ефективності якого відбувається завдяки прискоренню процесу та збалансованості кормосуміші.

Ключові слова: *тваринництво, годівля великої рогатої худоби, стрічково-лопатева мішалка.*

Постановка проблеми. Підвищення ефективності галузі тваринництва суттєво залежить від якості приготування кормів, оскільки вони в структурі собівартості продукції складають 30–60% витрат [1]. Прогресивні технології, які дозволяють повною мірою реалізувати генетичний потенціал тварин, через відсутність необхідного технічного забезпечення не отримали широкого розповсюдження.

Сучасне ведення тваринництва, підвищені вимоги до якості кормів та головні напрямки завдань національної програми відтворення тваринництва в Україні, передбачають застосування інтенсивних повносистемних технологій виробництва продукції скотарства через упровадження комплексної механізації та автоматизації виробничих процесів на фермах, надійного і збалансованого годування тварин кормами з поєднанням і використанням економічно ефективних механізованих технологій переробки кормів і приготування повнораціонних та збалансованих кормосумішей з різних кормів і поживних компонентів у кормоцехах [1, 2, 3].

Наявні конструкції змішувачів кормів для великої рогатої худоби (ВРХ) не повністю забезпечують зоотехнічні вимоги до приготування багатокомпонентних збалансованих повнораціонних кормових сумішей, мають великі енергетичні витрати та високу питому матеріалоемність. Тому дослідження, спрямовані на розробку робочих органів для змішувачів кормів,

які забезпечать створення вискоєфективної кормової бази з низькими витратами енергії та матеріалів мають народногосподарське значення і є актуальним науковим завданням.

Для вирішення цієї проблеми проводяться фундаментальні та прикладні дослідження в різних галузях народного господарства. Змішування кормів виконується великою кількістю змішувачів, які відрізняються як різноманітним конструктивним виконанням, так і різною взаємодією робочих органів з сировиною.

Проведений аналіз застосування механізованих стаціонарних і пересувних кормоцехів для змішування малосипких і несипких кормів показав, що найширше використовуються шнекові, стрічкові, гвинтові, лопатеві і комбіновані мішалки різної конструкції та організації технологічного процесу, але вони не забезпечують встановлені технологічні і зоотехнічні вимоги, щодо якості приготування кормосуміші та надійності технологічного процесу, мають велику енергомісткість і металоємність та низьку продуктивність. Крім того, до цього часу необґрунтовані раціональні конструктивні і кінематичні параметри їх робочих органів, режими та показники якості роботи традиційних змішувачів кормів [4, 5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Провідну роль у дослідженні процесу змішування кормів та технології приготування кормових сумішей внесли відомі вітчизняні і зарубіжні вчені Кукта Г.М., Макаров Ю.І., Мельніков С.В., Сироватка В.І., Лапшин А.А., Вагін С.А., Уланов І.А. і багато інших дослідників. Вони сформулювали фундаментальні теоретичні основи змішування матеріалів та технологій приготування кормів. Однак, незважаючи на значну кількість наукових досліджень, проблема розробки нових та удосконалення традиційних технологій і конструкцій робочих органів змішувачів кормів, покращення якісних показників та їх обґрунтування є актуальною задачею.

Метою статті є підвищення якості приготування збалансованої кормової суміші завдяки використанню нової конструкції комбінованого змішувача кормів.

Виклад основного матеріалу. Із практики приготування збалансованої кормової суміші з різноманітних компонентів раціонів для ВРХ відомо, що механічний процес змішування їх занадто складний і енергомісткий. Незважаючи на велику кількість відомих наукових досліджень особливості і складність цього процесу вимагає пошуку нових підходів до вирішення енергоощадних технологій і технічних засобів.

Аналіз процесу сумішоутворення показав, що стан повного механічного змішування компонентів суміші досягається невпорядкованим розподілом частинок під дією зовнішніх сил робочих органів мішалки відповідно до зоотехнічних вимог вмісту компонентів у всій порції суміші за рецептом встановленого добового раціону кормів для відповідної технологічної групи тварин (рис. 1).

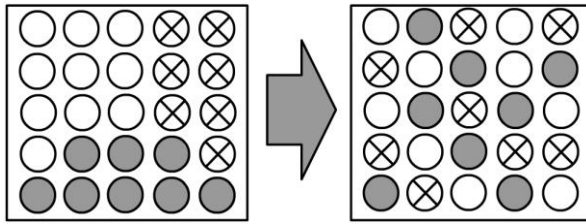
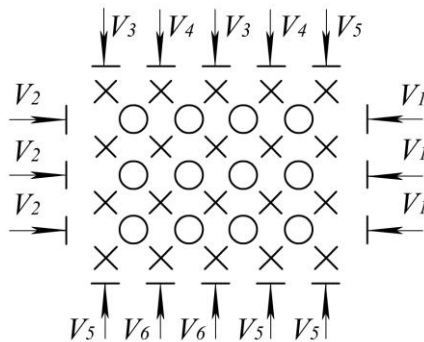


Рисунок 1 – Стан повного змішування трикомпонентної суміші неупорядкованим розподілом дискретних частинок залежно від їх співвідношення

Отже, у змішувачах з більш досконалою конструкцією масообмін потоків компонентів суміші відбувається вирівнюванням концентрації окремих компонентів суміші завдяки збільшенню зіткнень, застосуванню складніших траєкторій їхнього руху і перетинів, ніж у традиційних змішувачах (рис. 2).



$V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6$ – напрямок і швидкість руху компонентів суміші (осьової, кругової і відцентрової) під дією плоских і гвинтових лопатей та пальців

Рисунок 2 – Графічна схема запропонованого способу сумішоутворення

Робочий цикл традиційних змішувачів періодичної дії складається з таких послідовних операцій: завантаження відповідних доз компонентів (силос, солома, сінаж, коренеплоди, концкорми тощо), перемішування їх і вивантаження готової кормосуміші вивантажувальним шнеком, після цього цикл повторюється.

У змішувачах періодичної дії однорідність суміші регулюється тривалістю процесу змішування.

Аналіз якісних показників роботи існуючих змішувачів свідчить про недостатню стабільність і складність процесу: компоненти подаються в бункер нерівномірно, а однорідність змішування не відповідає встановленим

вимогам. Для забезпечення технологічного процесу змішування необхідний тривалий час (більше 10-15 хв.) на доведення кормосуміші до однорідної маси, що знижує продуктивність і підвищує витрати енергії.

Для усунення існуючих недоліків традиційних змішувачів пропонується вдосконалений змішувач з комбінованою схемою руху сировини багатосекційними гвинтовими, стрічковими і плоскими лопатями (рис. 3).

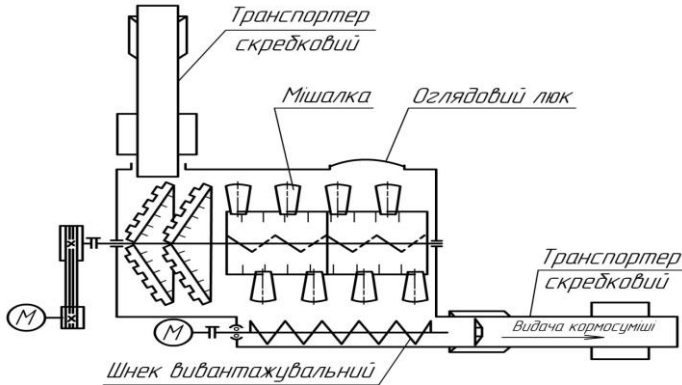
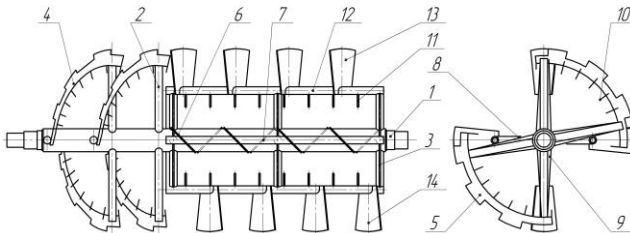


Рисунок 3 – Технологічна схема комбінованого стрічково-лопатевого змішувача кормів

Для розпушування маси, інтенсифікації процесу і підвищення динамічності змішування компонентів у мікрооб'ємах гвинтові і плоскі лопаті дообладнано радіальними лопатями.

Процес змішування кормів вдосконаленим змішувачем виконується так. Відповідні дози компонентів кормосуміші пошарово завантажуються збірним транспортером у бункер, поступово вирівнюється їх потік з одночасним змішуванням сировини стрічковими довгими гвинтовими лопатями з пальцями і далі подаються у багатосекційну мішалку з плоскими лопатями (рис. 4).



1 – вал; 2 – стійка гвинтової мішалки; 3 – косинка лопатевої мішалки; 4, 5 – гвинтова стрічка; 6, 7 – ліва лопать; 8 – стійка лопатевої мішалки; 9 – косинка гвинтової мішалки; 10, 11 – радіальні пальці; 12 – горизонтальна труба; 13, 14 – права лопать

Рисунок 4 – Технологічна схема конструкції вдосконаленої комбінованої мішалки

Лопаті верхнього ряду з правим кутом нахилу відокремлюють порцію суміші по ширині лопаті і переміщують в радіальному, круговому і осьовому напрямку в правий кінець змішувача, а другий ряд, з лівим кутом нахилу, в лівий кінець мішалки, створюючи разом з радіальними пальцями велику мікрооб'ємну множину суміші з дискретним вмістом частинок змішуваних компонентів. При цьому частинки кожного компонента суміші потрапляють в зону взаємодії складних рухів, перетинів і зіткнень та періодично переміщуються з одного потоку до іншого, що забезпечує інтенсивний масообмін і прискорює процес змішування кормів.

Висновки. Для підвищення ефективності приготування збалансованих кормосумішей з різноманітних компонентів і усунення недоліків традиційних змішувачів запропоновано використання більш досконалої конструкції комбінованої стрічково-лопатевої мішалки з гвинтовими стрічками і багатосекційними плоскими лопатями, принцип роботи робочих органів якої пояснюється технологічними схемами змішувача і мішалки.

Література

1. Кравчук В. Прогресивні технології заготівлі, приготування і роздавання кормів / В. Кравчук, М. Луценко, М. Мечта.– К.: Фенікс, 2008.– 104 с.
2. Кукта Г.М. Машины и оборудование для приготовления кормов / Г.М. Кукта.– М.: Агропромиздат, 1987.– 303с.
3. Зельнер В.Р. Приготовление и использование полнорационных кормов в промышленном животноводстве / В.Р. Зельнер, Е.Г. Коноплев.– М.: ВНИИТЭИСХ, 1972.– 87 с.
4. Лисенко В.П. Приготовление кормовых смесей для КРС / В.П. Лисенко // Животноводство.-1973.- С. 9.
5. Ревенко І.І. Машины та обладнання для тваринництва / І.І. Ревенко, М.В. Брагінець, В.І. Ребенко. – К.: Кондор, 2009.– 730с.

Аннотація.

В статтє приведені результати аналізу роботи и исследований традиционных конструкций смесителей кормов, применяемых в животноводстве. Определено, что однородность смешивания не соответствует установленным требованиям. Определены и исследованы направления совершенствования процесса приготовления кормовых смесей для крупного рогатого скота, учитывающие зоотехнические требования. Предложена новая конструкция комбинированного ленточно-лопастного смесителя кормов, принцип работы которого объясняется технологическими схемами, повышение эффективности которого происходит за счет ускорения процесса и сбалансированности кормосмеси.

Summary.

The article presents the results of the analysis of the work and research of traditional constructions forage mixers used in livestock breeding. It is determined that homogeneity of mixing does not meet the established requirements. The directions of improvement of the process of preparation of forage mixtures for cows into account zootechnical requirements are determined and investigated. A new design of a combined forage mixer is proposed, the principle of work of which is explained by technological schemes, which increase efficiency is due to the acceleration of the process and the balance of forage mixes.

УДК 628.052.7; 629.054; 629.016; 629.018

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ВИМІРЮВАННЯ КУТА ПОПЕРЕЧНОЇ СТІЙКОСТІ МОБІЛЬНИХ І ПРИЧІПНИХ МАШИН

С. Лебедєв, канд. техн. наук,

А. Коробко, канд. техн. наук, доц.,

М. М'яшук,

Ю. Козлов,

Харківська філія УкрНДПВТ імені Леоніда Погорілого

У статті запропоновано експериментально-аналітичний метод вимірювання кута поперечної стійкості тягово-транспортних і причіпних сільськогосподарських машин. Застосування розробленого методу не потребує визначення координат центра мас машини і використання платформних стендів, а передбачає лише вимірювання маси машини у горизонтальному положенні і під кутом у разі підйому одного із бортів. Розроблений експериментально-аналітичний метод вимірювання кута поперечної статичної стійкості машини, порівняно з наявними, має переваги. А саме, немає потреби використовувати платформні стенди і розраховувати координати центра мас машини, відповідно зменшується похибка непрямих вимірювань.

Ключові слова: *стійкість поперечна, вимірювання, метод експериментально-аналітичний, кут стійкості, приріст маси.*

Вступ. Однією з важливих властивостей транспортно-тягових (автомобіль, трактор) та причіпних сільськогосподарських машин є поперечна стійкість, яка характеризує здатність працювати на поперечних ухилах без перекидання. Поперечна стійкість положення оцінюється статичним кутом поперечного ухилу, на якому може стояти загальмована машина без перекидання.

У статті запропоновано експрес-метод вимірювання кута поперечної стійкості машини, заснований на удосконаленні наявних експериментально-аналітичних методів завдяки зміні методики вимірювання і апаратному устаткованню, яке використовується під час випробовувань.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Одним із способів оцінювання якості продукції є експрес-методи – прискорені методи, які забезпечують проведення дослідження в короткий термін. Експрес-методи засновані на тих же принципах, що і аналогічні стандартні методи випробовувань. Проте вони дають змогу з найменшими затратами, зокрема часовими, зробити висновок про відповідність або невідповідність об'єкта

випробувань установленим вимогам [1]. Наявні стенди для визначення кута поперечної стійкості машин, попри їхню мобільність, все ж потребують удосконалення щодо матеріалоемності, математичних моделей випробувань і дослідження точності і достовірності результатів випробувань.

Оціночним показником поперечної статичної стійкості машини є кут поперечної статичної стійкості, методи визначення якого регламентує ГОСТ 12.2.002 [2]. Існують три основних методи вимірювання кута поперечної статичної стійкості: інструментальний, математичного моделювання і дослідно-аналітичний. Випробування на платформному стенді дають найбільш достовірні результати, оскільки проводяться в реальних умовах. Проте недоліком таких випробувань є те, що необхідно утримувати дороге випробувальне устаткування і машину, яка випробовується, необхідно доправляти до місця розташування стенда. А в нинішніх умовах випробувальні лабораторії декларують випробування на місці розташування замовника (поза межами випробувальної лабораторії). Метод математичного моделювання не завжди може дати достовірний результат, оскільки неможливо врахувати усі параметри під час створення моделі. Дослідно-аналітичні методи найбільш прийнятні в сучасних умовах. У роботах [3, 4] проведено детальний аналіз наявних методів визначення показників поперечної статичної стійкості сільськогосподарських тягово-транспортних машин. Указано їхні переваги і недоліки. Акцентовано увагу на тому, що дослідно-аналітичні методи вимірювання кута поперечної стійкості забезпечують необхідну точність проведення вимірювання. Проте в указаних роботах не наведено інформації щодо числових значень показників точності вимірювань досліджуваного параметра.

Авторами в роботі [5] запропоновано дослідно-аналітичний метод визначення кута поперечної стійкості і запропоновано конструкцію мобільного стенда для його визначення. Проте, на нашу думку, такий стенд теж має недоліки. А саме те, що для його роботи необхідно мати окрему тягово-транспортну машину (у нашому випадку трактор ЮМЗ-6) і причіп, на якому він розміщується в транспортному положенні. Математична модель об'єкта випробувань розглядається як куб рівної густини, координати центра мас якого відомі.

Мета і постановка завдань дослідження. Метою дослідження є удосконалення методу випробувань з визначення кута поперечної статичної стійкості колісних машин.

Для досягнення поставленої мети необхідно розробити математичну модель випробувань з визначення кута поперечної статичної стійкості.

Результати дослідження. Коли машина опиняється на поверхні з поперечним ухилом, відбувається перерозподіл її ваги між бортами (рис. 1).

Вага машини перерозподіляється за лінійною залежністю. Досягнувши кута ухилу, за якого вектор сили тяжіння буде проходити через точку опори, наступить момент «байдужої рівноваги», коли уся вага машини буде

розподілена на борт, який знаходиться нижче по схилу (реакція розвантаженого борту буде дорівнювати нулю – див. рис. 1 б). Збурювальний момент буде створювати складова сили тяжіння (рис. 1 б)

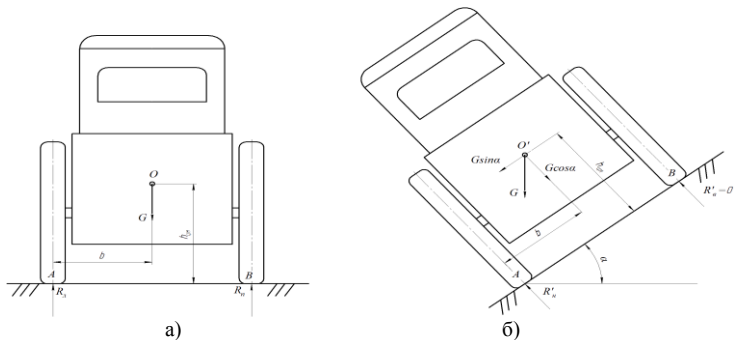


Рисунок 1 – Схема сил, що діють на машину: а) на горизонтальній поверхні, б) на ухилі критичної величини

Закон перерозподілу ваги за бортами є індивідуальним для кожної машини і залежить від колії і координат центра мас. Вага машини, яка припадає на борт, коли вона перебуває на поперечному ухилі з кутом α (рис. 2 а)

$$G_{\delta\alpha} = m_{\delta\alpha} g, \quad (1)$$

де $m_{\delta\alpha}$ – маса борту машини, виміряна, коли вона перебуває на поперечному ухилі з кутом α , кг;

$$m_{\delta\alpha} = m_{\delta} \pm \Delta m_{\alpha}, \quad (2)$$

m_{δ} – маса борту машини, виміряна в горизонтальному положенні, кг;

Δm_{α} – приріст маси борту машини, коли вона перебуває на поперечному ухилі з кутом α , кг;

g – прискорення вільного падіння, $g=9,81$ м/с².

У (2) знак «+» застосовується для борту, який знаходиться нижче по схилу, знак «-» – вище по схилу.

Залежність величини приросту маси від кута ухилу буде мати вигляд, показаний на рис. 2 б.

За поперечного ухилу з кутом α_1 , приріст маси борту, який знаходиться нижче по схилу буде становити $+\Delta m_{\alpha_1}$. Відповідно, за поперечного ухилу з кутом α_2 – $+\Delta m_{\alpha_2}$. Запишемо рівняння прямої в канонічному вигляді:

$$(\Delta m_{\alpha_1} - \Delta m_{\alpha_2})\alpha + (\alpha_2 - \alpha_1)\Delta m + (\alpha_1\Delta m_{\alpha_2} - \alpha_2\Delta m_{\alpha_1}) = 0, \quad (3)$$

де α – довільний кут поперечного ухилу машини;

Δm – приріст маси борту машини, який знаходиться нижче по схилу за кута поперечного ухилу α , кг.

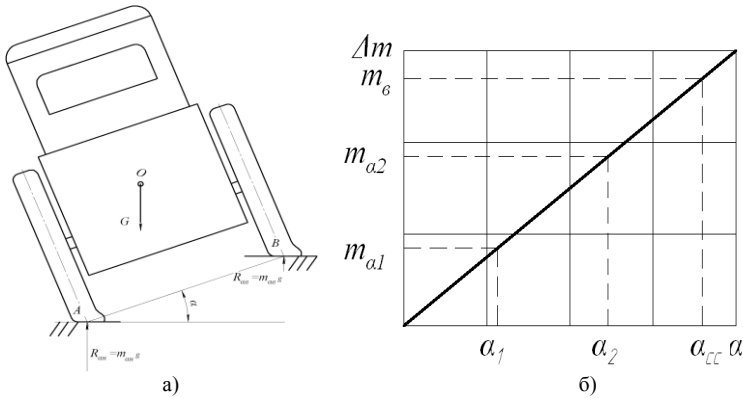


Рисунок 2 – Схема перерозподілу ваги машини по осях (а) і залежність величини приросту маси від кута ухилу (б)

Максимальним значенням величини Δm (стан «байдужої рівноваги») буде значення маси борту машини, розташованого вище по схилу, виміряне у горизонтальному положенні машини m_b . Кут поперечного ухилу α при цьому буде рівнятися куту поперечної статичної стійкості α_{cc} . З урахуванням вищесказаного із (3) знайдемо α_{cc} :

$$\alpha_{cc} = \frac{(\alpha_2 - \alpha_1)m_b + (\alpha_1 \Delta m_{\alpha_2} - \alpha_2 \Delta m_{\alpha_1})}{\Delta m_{\alpha_2} - \Delta m_{\alpha_1}} \quad (4)$$

Якщо зробити припущення, що кут $\alpha_1=0$, відповідно приріст маси машини буде становити $\Delta m_{\alpha_1}=0$, то вираз (4) спроститься

$$\alpha_{cc} = \frac{m_b}{\Delta m_{\alpha_2}} \alpha_2 \quad (5)$$

Для зручності вираз (5) запишемо у вигляді

$$\alpha_{cc} = \left(\frac{\Delta m_{\alpha_2}}{m_b} \right)^{-1} \alpha_2 \quad (6)$$

Параметр $\frac{\Delta m_{\alpha_2}}{m_b}$ із збільшенням кута α змінюється в межах $[0; 1]$ і він може бути (як і кут поперечної статичної стійкості) оцінним показником поперечної статичної стійкості. При наближенні його значення до 1, машина наближається до стану «байдужої рівноваги».

Висновки. Розроблений експериментально-аналітичний метод вимірювання кута поперечної статичної стійкості машини, порівняно з наявними, має переваги. А саме, не треба використовувати платформні стенди і розраховувати координати центру мас машини, відповідно зменшується похибка непрямих вимірювань.

Література

1. Техническая диагностика тракторов и зерноуборочных комбайнов / Под общ. ред. В.М. Михлина. – М.: Колос, 1978. – 287 с.
2. Система стандартов безопасности труда. Тракторы и машины самоходные сельскохозяйственные. Общие требования безопасности: ГОСТ 12.2.019-86. – [Дата введения 01.07.87]. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 18 с. – (Межгосударственный стандарт).
3. Лапшин Н.А. Обзор методов и средств определения поперечной статической устойчивости / Лапшин Н.А., Дьяченко Р.А. // II Международная научно-практическая конференция молодых ученых посвященная 51-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос филиала Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», 12 апреля 2012 г.: сборник научных статей. – Краснодар, 2012. – С. 236-240.
4. Таркиевский В.Е. Стенд для определения угла поперечной статической устойчивости агрегата // В.Е. Таркиевский, Н.А. Лапшин // Техника и оборудование для села: информационный и научно-производственный журнал. – 2011. – № 11 (173). – С. 26-27.
5. Таркиевский В.Е. Конструкция мобильного стенда для определения угла поперечной статической устойчивости агрегатов / Таркиевский В.Е., Лапшин Н.А. // Техника и оборудование для села. – 2012. – № 5. – С. 22-23.

Аннотация.

В статье предложен экспериментально-аналитический метод измерения угла поперечной устойчивости тягово-транспортных и прицепных сельскохозяйственных машин. Применение разработанного метода не требует определения координат центра масс машины и использования платформенных стендов, а предусматривает лишь измерения массы машины в горизонтальном положении и под углом при подъеме одного из бортов. Разработанный экспериментально-аналитический метод измерения угла поперечной статической устойчивости машины по сравнению с существующими имеет преимущества. А именно, не нужно использовать платформенные стенды и не нужно рассчитывать координаты центра масс машины, соответственно уменьшается погрешность косвенных измерений.

Summary

The experimental-analytical method of measuring the transverse stability angle of traction-transport and trailer agricultural machines is proposed in the article. The application of the developed method does not require the determination of the coordinates of the center of mass of the machine and the use of platform stands, but only measures the mass of the machine in a horizontal position and at an angle when one of the sides is raised. The developed

experimental-analytical method of measuring the angle of the transverse static stability of the machine in comparison with the existing ones has advantages. Namely, you do not need to use platform stands and you do not need to calculate the coordinates of the machine's center of mass, and accordingly the error of indirect measurements decreases.

УДК 629.3.018.7

РЕЗУЛЬТАТИ ГАЛЬМІВНИХ ВИПРОБУВАНЬ МОБІЛЬНИХ МАШИН

А. Коробко, канд. техн. наук, доц.,
Харківська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого,
М. Подригало, д-р техн. наук, проф.,
О. Туренко, аспірант,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Наведені результати гальмівних випробувань мобільної машини під час службових гальмувань. Проведено експериментальне визначення законів імовірності розподілу уповільнень під час службових гальмувань легкового автомобіля і виявлення зон стійкості автомобілів. Експериментальні дослідження проводилися вимірником динамічних властивостей мобільних машин ВДВММ 4-001. Проведені експериментальні дослідження дозволили визначити параметри нормального закону розподілу легкового автомобіля під час службових гальмуваннях. Знання закону розподілу сповільнень, які виникають під час службових гальмувань автомобілів дозволить реалізувати новий підхід до проектування гальмівних систем з ідеальним значенням коефіцієнта розподілу гальмівних сил на передню вісь.

Ключові слова: *гальмівні властивості, стійкість, службове гальмування, уповільнення, розподіл уповільнення, випробування.*

Вступ. Збільшення кількості автомобілів і зростання швидкості їх руху на магістральних автодорогах викликає необхідність забезпечення активної безпеки. Гальмівні властивості автотранспортних засобів справляють істотний вплив на безпеку дорожнього руху.

У цій статті наведено результати експериментального дослідження гальмівних властивостей легкового автомобіля під час службових гальмувань.

Аналіз останніх досягнень і публікацій. Результати численних досліджень показали, що на сухих дорогах службові гальмування, залежно від умов експлуатації, складають 95-100% від загального числа гальмувань [1]. Можна стверджувати, що екстрене гальмування (за належної кваліфікації водія) – явище доволі рідкісне. Попри це, динаміці екстреного гальмування приділяється основна увага в спеціальній літературі [2-5] у той час, як динаміка службового гальмування досліджена недостатньо.

Вважається [1], що під час службових гальмувань на сухому асфальтобетоні уповільнення автомобіля не перевищує 3 м/с^2 . Представлені в

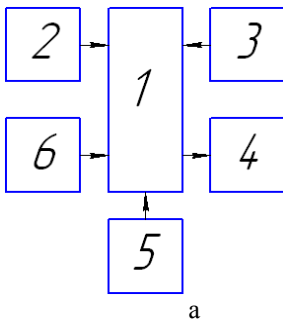
роботі [6] результати експериментальних досліджень свідчать про те, що в міських умовах середнє уповільнення вантажного автомобіля коливається в межах $0,8-1,7 \text{ м/с}^2$.

На практиці для оцінювання гальмівних властивостей транспортних засобів використовується шлях, пройдений за час гальмування з максимальною ефективністю – гальмівний шлях S_T . Еквівалентними показниками ефективності гальмування є максимальне $j_{x\max}$ або середнє \bar{j}_x уповільнення машини.

Мета і постановка задач дослідження. Метою статті є експериментальне визначення законів імовірності розподілу уповільнень під час службових гальмувань легкового автомобіля і виявлення зон стійкості автомобілів в цей час.

Вимірювальний комплекс. Експериментальні дослідження проводилися на автомобілі В-класу «Hyundai i30» з використанням вимірювача динамічних властивостей мобільних машин [7]. Рух здійснювався по сухому асфальтобетонному покриттю у хорошому стані. Моделювався рух «у місті» і «за містом», тобто під час гальмування величина уповільнення, яка розвивається, була випадковою величиною.

Вимірювач динамічних властивостей мобільних машин ВДВММ 4-001 (рис. 1), складається з обчислювального блока (1), акселерометрів ММА7260QT (2, 3), дисплею (4), блока живлення (5) і клавіатури (6). У системі передбачені розніми для під'єднання чотирьох акселерометрів. Для випробувань використовувалось 2 акселерометри, сигнали з яких усереднювались, що підвищувало точність вимірювання. Акселерометри закріплювались жорстко до елементів кузова, обчислювальний блок розміщувався в кабіні (рис. 2, 3).



а



б

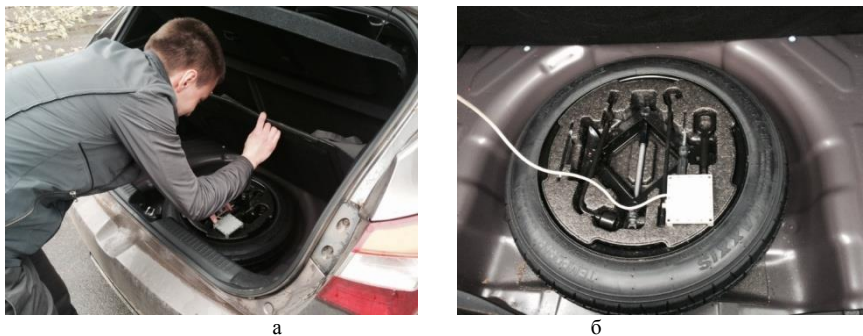
а – структурна схема; б – загальний вигляд

Рисунок 1 – Вимірювач динамічних властивостей мобільних машин ВДВММ 4-001

Інформація про параметри руху автомобіля одержується математичною обробкою сигналів, вимірюваних акселерометрами [8]. Межі похибки вимірювання лінійних прискорень – $\pm 1\%$.

Обробка експериментальних даних. Обробка експериментальних даних проводилася згідно з методикою, викладеною в [8].

Приклад діаграми подовжніх прискорень та уповільнень, які розвиваються випробовуваним автомобілем, показано на рисунку 4.



а – встановлення акселерометра; б – закріплення акселерометра
Рисунок 2 – Установка і закріплення акселерометра



Рисунок 3 – Обчислювальний блок

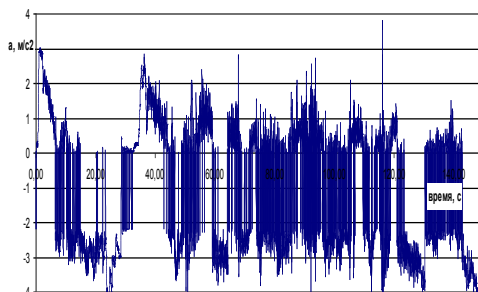


Рисунок 4 – Приклад діаграми прискорень і сповільнень

Визначимо закони розподілу уповільнень досліджуваного автомобіля «Hyundai i30» під час службових гальмувань. Для цього потрібно на першому етапі відняти від результатів вимірювання сповільнення, які реалізуються під час вибігу автомобіля (під час руху автомобіля з вимкненим двигуном без застосування гальмування). На рисунку 5 показано розподіл уповільнень автомобіля під час одного (вибраного випадково) службового гальмування. На рисунку чітко простежуються сповільнення, які реалізуються під час руху автомобіля накатом (інтервал уповільнень – $0-1,77 \text{ м/с}^2$) і під час руху з використанням гальмування (інтервал уповільнень – $1,77-4,21 \text{ м/с}^2$).

На рисунку 6-9 показані розподіли уповільнень автомобіля, які реалізуються під час службових гальмувань для 4 заїздів на різних ділянках дороги.

Попередній аналіз графіків (рис. 6-9) показує, що під час службових гальмувань автомобіля реалізуються уповільнення в приблизно однаковому інтервалі значень і самі уповільнення розподіляються за нормальним законом. У таблиці 1 наведено характеристики законів розподілу уповільнень які реалізуються під час службових гальмувань в різних заїздах.

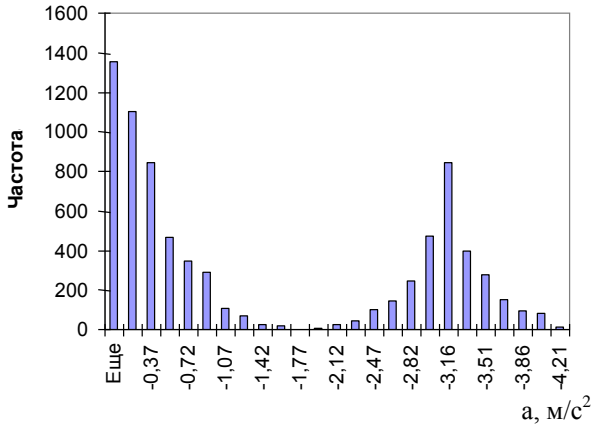


Рисунок 5 – Розподіл сповільнень під час службового гальмування

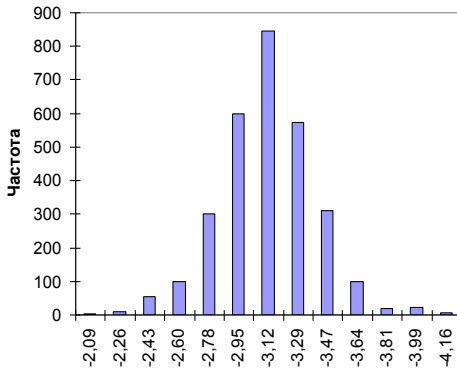


Рисунок 6 – Розподіл сповільнень досліджуваного автомобіля для заїзду «1»

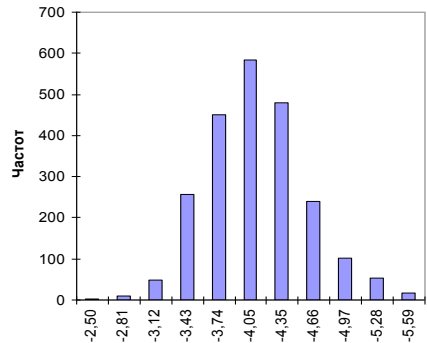


Рисунок 7 – Розподіл сповільнень досліджуваного автомобіля для заїзду «2»

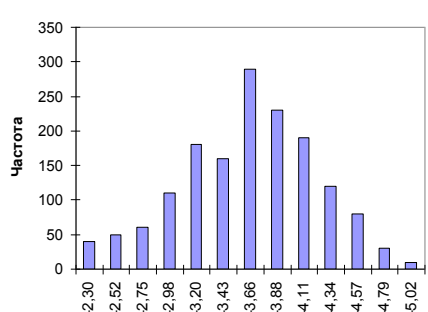


Рисунок 8 – Розподіл сповільнень досліджуваного автомобіля для заїзду «3»

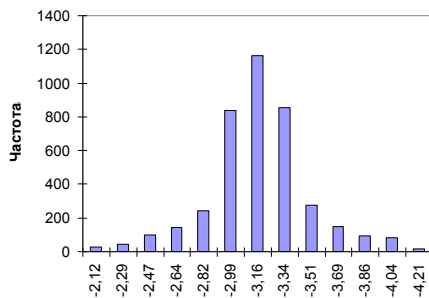


Рисунок 9 – Розподіл сповільнень досліджуваного автомобіля для заїзду «4»

Таблиця 1 – Закони розподілу величин уповільнення автомобіля

№ заїзду	Середнє квадратичне відхилення	Математичне очікування	Похибка апроксимації Std. Err.	Формула закону розподілу
1	0,345	-3,12	0,0038	$f = \frac{1}{0,4323\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(V_x+0,22845)^2}{2\cdot0,4323^2}}$
2	0,515	-4,06	0,0041	$f = \frac{1}{0,50578\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(V_x+0,37434)^2}{2\cdot0,5078^2}}$
3	0,453	-3,66	0,0020	$f = \frac{1}{0,4853\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(V_x+0,33412)^2}{2\cdot0,4853^2}}$
4	0,348	-3,16	0,0017	$f = \frac{1}{0,4516\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(V_x+0,40457)^2}{2\cdot0,4516^2}}$

Висновки. Проведені експериментальні дослідження дозволили визначити параметри нормального закону розподілу легкового автомобіля під час службових гальмувань.

Знання закону розподілу сповільнень, які виникають під час службових гальмувань автомобілів дозволить реалізувати новий підхід до проектування гальмівних систем з ідеальним значенням коефіцієнта розподілу гальмівних сил на передню вісь [9].

Література

1. Гуревич Л. В. Тормозное управление автомобиля / Л.В. Гуревич, Р.А. Меламуд. – М.: Транспорт. 1978. – 152 с.
2. Иларионов В.А. Эксплуатационные свойства автомобиля / В.А. Иларионов. – М.: Машиностроение, 1966. – 280 с.
3. Совершенствование способов регулирования выходных параметров тормозной системы автотранспортных средств / А.Н. Туренко, В.А. Богомолов, В.И. Клименко и др. – Х.: Изд-во. ХНАДУ, 2002. – 400 с.
4. Повышение эффективности торможения автотранспортных средств с пневматическим тормозным приводом / А.Н. Туренко, В.А. Богомолов, В.И. Клименко, В.И. Кирчатый. – Х.: Изд-во. ХГАДТУ, 2000. – 472 с.
5. Маневренность и тормозные свойства колесных машин / [М.А. Подригало, В.П. Волков, В.И. Кирчатый, А.А. Бобошко; Под ред. М.А. Подригало]. – Х. : Изд-во ХНАДУ, 2003. – 403 с.
6. Гуревич Л.В. Некоторые результаты экспериментального определения режимов работы тормозных систем в эксплуатации / Л.В. Гуревич // Автомобильная промышленность. – 1972. – № 3. – С. 20-22.
7. Пат. 51031 Україна, МПК G01P 3/00. Система для визначення параметрів руху автотранспортних засобів при динамічних (кваліметричних) випробуваннях / Подригало М.А., Коробко А.И., Клец Д.М., Файст В.Л.; заявник та патентовласник ХНАДУ. – № u 2010 01136; заявл. 04.02.10 ;опубл. 25.06.10, Бюл. № 12.
8. Метод парциальных ускорений и его приложения в динамике мобильных машин / Артемов Н.П., Лебедев А.Т., Подригало М.А., Полянский А.С., Клец Д.М. Коробко А.И., Задорожня В.В.; под ред. М.А. Подригало. – Х. : Изд-во «Міськдрук», 2012. – 220 с.
9. Подригало М.А. Идеальное распределение тормозных сил между осями двухосного автомобиля при служебных торможениях / Подригало М.А., Туренко А.И. // Автомобильный транспорт: сборник научных трудов. – 2015. – Выпуск 36. – С. 73-79.

Аннотація

Приведены результаты тормозных испытаний мобильной машины во время служебных торможений. Проведено экспериментальное определение законов вероятности распределения замедлений во время служебных торможений легкового автомобиля и выявление зон устойчивости автомобилей. Экспериментальные исследования проводились измерителем динамических свойств мобильных машин ВДВММ 4-001. Проведенные экспериментальные исследования позволили определить параметры нормального закона распределения легкового автомобиля во время служебных торможений. Знание закона распределения замедлений, которые возникают во время служебных торможений автомобилей, позволит реализовать новый подход к проектированию тормозных систем с

идеальным значением коэффициента распределения тормозных сил на переднюю ось.

Summary

Results of braking tests of a mobile car during service braking are resulted. An experimental determination of the laws of probability of deceleration distribution during the service braking of a car and the identification of areas of stability of cars is carried out. Experimental researches were carried out by the meter of dynamic properties of mobile machines VDVM 4-001. The conducted experimental studies allowed to determine the parameters of the normal law of distribution of a passenger car during service braking. Knowledge of the law of slowness distribution, which arise during service braking of cars, will allow to realize a new approach to the design of braking systems with the ideal value of the coefficient of distribution of braking forces on the front axle.

ЗВ'ЯЗОК ХАРАКТЕРИСТИК ДІЇ НЕРІВНОСТЕЙ ҐРУНТУ З КОЛИВАННЯМИ ҐРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТА

О. Гапоненко,
ДНУ «УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого»

У статті розглядається рух ґрунтообробного агрегата під дією постійно змінних сил взаємодії робочих органів з ґрунтом, а також проводиться аналіз зв'язків дії нерівностей ґрунту на коливання ґрунтообробного знаряддя.

Практичне застосовано теоретичні та експериментальні дослідження у підході до обґрунтування параметрів пружних стояків робочих органів за допомогою коливальної системи еквівалентної дисковому ґрунтообробному агрегату. Еквівалентна система досить повно відображає динамічні процеси стояків переднього та заднього рядів дискових робочих органів за вертикальних коливань підпружиненої маси агрегата.

Ключові слова: *ґрунтообробний агрегат; коливальна система; переміщення; еквівалентна схема.*

Постановка проблеми. Випробування є основним способом оцінки рівня конструкції ґрунтообробних агрегатів, контролю якості серійних машин та ефективним засобом перевірки інженерних рішень в ході обробки та доводки дослідних зразків.

Спостерігаючи реакцію машинно-тракторного агрегата на взаємодію з нерівностями поля виявляють переміщення його окремих частин, агрегатів та деталей. Ці переміщення характеризують як зміну взаємного розташування трактора і знаряддя, так і зміну їхнього положення в просторі відносно нерухомих осей координат, вибраних у положенні статичної рівноваги, що рухаються паралельно поздовжній осі разом з агрегатом поступально. Тобто, переміщення, які виникають від взаємодії, пов'язані з пружними деформаціями деталей. Однак жорсткість різних елементів конструкції суттєво різна, окремі деталі спеціально вводять у конструкцію, як пружні елементи, що пом'якшують чи трансформують вплив польового фону.

Враховуючи співвідношення жорсткості за різних видів переміщень та деформацій, окремі елементи можна розглядати як абсолютно тверді тіла (рама ґрунтообробного агрегата, робочі органи) з пружними зв'язками (причіпний пристрій, пружні стояки). Агрегат виступає, як динамічна система, де змінні навантаження на деталі чи їхні пружні відхилення пов'язані з механічними переміщеннями мас.

Машинно-тракторний агрегат, як коливальна система, відрізняється великою складністю. Скласти достатньо повну еквівалентну схему, яка відображає всі можливі коливальні процеси, неможливо.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Для практичних потреб використовують еквівалентні ґрунтообробному агрегату коливальні системи, які виділяють із загальної системи, ґрунтуючись на очевидності слабого зв'язку окремої системи з іншими, чи на односторонності впливу на окрему систему інших суміжних систем [1]. За такого підходу експлуатаційні переміщення пружних деталей можна розглядати як вихід динамічної системи, еквівалентної агрегату на вхід якої подають випадкові збурення.

Еквівалентна ґрунтообробному агрегату коливальна система ускладнюється за включення до розрахунку елементів конструкції з урахуванням їхніх мас, пружних властивостей, джерел збурення. Оптимальним рішенням завдання повного дослідження та складністю коливальної системи є дослідження відокремлених систем за характером руху мас [2].

За умови відомого вхідного спектра процесу зовнішньої дії поведінка системи визначається передавальною функцією коливальної системи. Визначення передавальної функції можливе прямими експериментальними методами та розрахунковими за параметрами і структурою системи.

Мета досліджень. Формалізація основ реакції дискового ґрунтообробного агрегата, як сукупності коливальних систем, на зовнішню дію від впливу неоднорідностей ґрунтового середовища.

Викладення основного матеріалу. З огляду на те, що пріоритетним завданням роботи ґрунтообробного агрегата є виконання агротехнологічних вимог, початковим етапом розробки агрегатів було отримання заданих показників якості обробітку ґрунту, основні дослідження проводилися в напрямку обґрунтування конструкції робочих органів та їх розстановки. Останнім часом дослідження проводяться в напрямку вирішення завдань динамічної стійкості агрегатів.

Головними елементами конструкції агрегата, які повністю сприймають зовнішню дію, є стояки кріплення робочих органів до рами. У стояках виникають навантаження від вертикальних сил, пов'язаних з коливаннями підпружинених і не підпружинених мас у поздовжній площині, навантаження від скручування пов'язаного зі сприйняттям тягового опору робочим органом встановленим під кутами до напрямку руху, навантаження від сил реакції на зусилля від енергозасобу, навантаження від макрорельєфу поля. Найбільшими за величиною та найчастіше змінюваними є вертикальні навантаження, а спричинені ними пружні зміщення стояків є визначальними для динамічної стійкості робочого органу та агрегата загалом.

Поле являє собою поверхню з випадковим розподілом нерівностей. Ці поверхні можна розглядати як двовимірну випадкову функцію $Z(x, y)$, що враховує випадкові зміни висоти нерівностей, залежно від положення точки

на площині Oxy . У більшості випадків вирішальне значення мають коливання агрегата в повздовжньому напрямку. Це дозволяє в подальшому обмежитися розглядом поля як одномірної функції шляху $Z(x)$. Відповідно до досліджень [1] основною і достатньо повною статистичною характеристикою мікрорельєфу поля є кореляційна функція.

У [1] отримані вирази, які апроксимують кореляційні функції для полів у формі:

$$R(l) = R(0)e^{-\alpha|l|} \cos \beta l,$$

Приміром, для поля під кукурудзою – $\alpha = 2,66 \div 4,30 \text{ } 1/\text{м}$; $\beta = 8,91 \text{ } 1/\text{м}$ та $\sqrt{R(0)} = 2,72 \div 3,35$. Перевага використання статистичних характеристик неоднорідностей ґрунтового середовища, як випадкової стаціонарної функції, полягає в тому, що дозволяє виразити зовнішню дію на робочий орган. За нормованою кореляційною функцією можлива побудова спектральної щільності (енергетичного спектра).

Дослідження взаємодії профілю поля та агрегат будемо проводити, прийнявши такі припущення: горизонтальна складова швидкості V центру O ваги знаряддя постійні за величиною та напрямом; рама знаряддя розглядається як одне тверде тіло, яке коливається на пружних стійках; вертикальні коливання — усталені; профіль поля — стаціонарна випадкова функція; пружні реакції стійок та дисипативні опори — лінійні функції відносно координат та швидкостей.

Поперечні коливання ґрунтообробного агрегата проявлятимуться у високочастотній частині спектра, оскільки жорсткість у поперечному напрямку – суттєво більша.

Якщо за початок відліку прийняти положення статистичної рівноваги за $Z_1 = Z_2 = 0$, то рівняння вертикальних і повздовжньо-кутових коливань знаряддя під час руху по циліндричній поверхні будуть мати вигляд [3]:

$$\frac{m}{l^2}(b^2 + \rho^2)\ddot{x}_1 + \frac{m}{l^2}(ab - \rho^2)\ddot{x}_2 = K_1(\dot{Z}_1 - \dot{x}_1) + C_1(Z_1 - x_1) \quad (1)$$

$$\frac{m}{l^2}(ab - \rho^2)\ddot{x}_1 + \frac{m}{l^2}(a^2 + \rho^2)\ddot{x}_2 = K_2(\dot{Z}_2 - \dot{x}_2) + C_2(Z_2 - x_2)$$

де m — маса дискового агрегата; ρ — радіус інерції відносно горизонтальної поперечної осі, яка проходить через центр ваги знаряддя ($m\rho l\rho^2 ab l K_1 K_2 C_1 C_2$ — відповідний момент інерції; a та b — відстань від центра ваги до поперечних вертикальних площин, які проходять через поперечні бруси рами, де закріплені стійки робочих органів (рис. 1); l — відстань між рядами дисків; K_1, K_2 — коефіцієнти, які визначають дисипативні втрати в системі «стояк-робочий орган» переднього та заднього ряду відповідно; C_1, C_2 — жорсткості стійок переднього та заднього ряду відповідно.

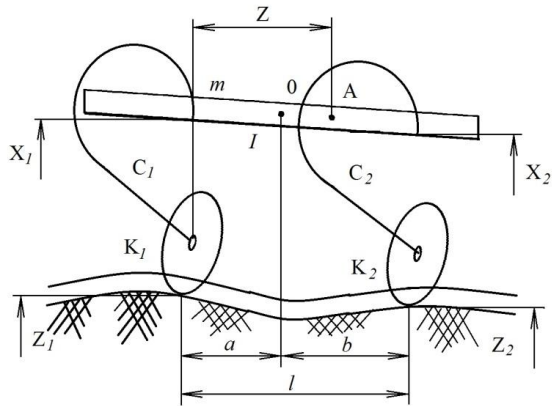


Рисунок 1 – Розрахункова схема коливальної системи еквівалентної дисковому ґрунтообробному агрегату

Якщо виконується рівність $\rho^2 = ab$, то система розкладається на два незалежних рівняння

$$\frac{mb}{l} \ddot{x}_1 + K_1 \dot{x}_1 + C_1 x_1 = K_1 \dot{z}_1 + C_1 z_1, \quad (2)$$

$$\frac{ma}{l} \ddot{x}_2 + K_2 \dot{x}_2 + C_2 x_2 = K_2 \dot{z}_2 + C_2 z_2,$$

Тобто, коливання переднього і заднього ряду дисків можуть розглядатися окремо (рис. 2).

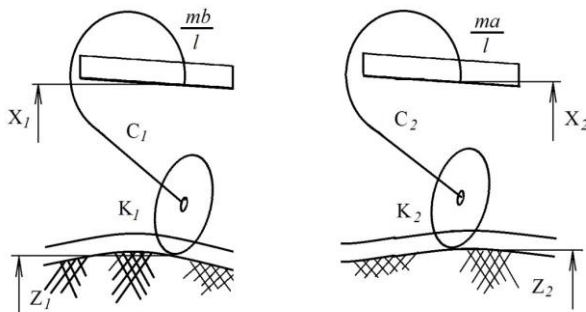


Рисунок 2 – Еквівалентні коливальні системи переднього і заднього ряду дисків

У випадку, коли має місце приблизне співвідношення $\frac{ab}{\rho^2} \approx 0,9 \div 1,1$ чи навіть $(0,85 \div 1,2)$, можна вважати, що система описується рівняннями. Якщо при цьому дотримується рівність ac_1 , тобто центр ваги знаряддя збігається з центром жорсткості, то власні частоти обох систем будуть практично однаковими, що в загальному випадку буде позитивним фактором зниження тягового опору. Для точної відповідності власних частот необхідно, крім того, виконання умови $aK_1 = bK_2$, однак, враховуючи реальні значення K_1 та K_2 в пружних стійках, їх вплив на власні частоти зовсім незначний).

Для забезпечення сходження інтегралів у виразах дисперсії прискорення рами дискатора в системах переднього і заднього рядів знехтуємо дисипативними членами $K_1\dot{Z}_1$ і $K_2\dot{Z}_2$ та будемо розглядати рівняння:

$$\begin{cases} \ddot{x}_1 + h_1\dot{x}_1 + \omega_1^2 x_1 + a_1\ddot{x}_2 = \omega_1^2 Z_1 \\ a_2\ddot{x}_1 + \ddot{x}_2 + h_2\dot{x}_2 + \omega_2^2 x_2 = \omega_2^2 Z_2 \end{cases} \quad (3)$$

де

$$h_1 = \frac{K_1 l^2}{m(b^2 + \rho^2)}; \quad h_2 = \frac{K_2 l^2}{m(a^2 + b^2)}; \quad \omega_1^2 = \frac{C_1 l^2}{m(b^2 + \rho^2)};$$

$$\omega_2^2 = \frac{C_2 l^2}{m(a^2 + \rho^2)}; \quad a_1 = \frac{ab - \rho^2}{b^2 + \rho^2}; \quad a_2 = \frac{ab - \rho^2}{a^2 + \rho^2};$$

та для спрощеної системи —

$$\ddot{x}_1 + h_{1(1)}\dot{x}_1 + \omega_{1(1)}^2 x_1 = \omega_{1(1)}^2 Z_1 \quad (4)$$

$$\ddot{x}_2 + h_{2(1)}\dot{x}_2 + \omega_{2(1)}^2 x_2 = \omega_{2(1)}^2 Z_2$$

де

$$h_{1(1)} = \frac{K_1 l}{mb}; \quad h_{2(1)} = \frac{K_2 l}{ma};$$

$$\omega_{1(1)}^2 = \frac{C_1 l}{mb}; \quad \omega_{2(1)}^2 = \frac{C_2 l}{ma}.$$

Еквівалентність систем рядів дисків може мати суттєву похибку через взаємодію між дисками в ряду [4, 5], така похибка залежатиме від кількості робочих органів (дисків) у ряду. Однак враховуючи, що суттєві збурення спричинені від коротких та високих перешкод виникають відносно рідко, а переважаючий час виконання технологічного процесу проходить в усталеному режимі, зовнішня дія проявляється у вузькій смузі частот і амплітуд загального спектра. Тобто, це означає, що основна похибка припадає на високочастотну частину спектра. Високочастотні складові спектра зовнішньої дії достатньо малі, щоб спричинити коливання чи призвести до резонансу елементи системи, що підтверджується на підставі того, що криві спектральної щільності – різко спадні функції, що за частот більше 16 Гц має дуже малу величину [6, 7].

Залежності навантажень, які діють на стояк робочого органу агрегата з пружними відхиленнями під час коливань від взаємодії з неоднорідностями ґрунту, дозволяють виражати динамічний прогин стояка. Накладання умов дотримання агротехнічних вимог рівномірності обробітку ґрунту вказує на допустиму величину динамічного прогину.

Перспективою подальших досліджень за темою є вираження вище формалізованих основ реакції дискового ґрунтообробного агрегата на зовнішню дію теоретичними рівностями структури еквівалентної агрегату динамічної системи, отримання результатів експериментальних досліджень та встановлення допустимості вище прийнятих припущень і точності розрахунків.

Висновки. Опис характеристик зовнішньої дії дає можливість планувати тягово-динамічні випробування, при цьому попередні розрахунки проводяться за допомогою використання еквівалентних дисковому ґрунтообробному агрегату коливальних схем.

Зовнішня дія від впливу неоднорідностей ґрунтового середовища розглядається як двовимірна випадкова функція, яка апроксимується для профілю полів кореляційною функцією.

Рівняння вертикальних і повздожньо-кутових коливань знаряддя під час усталеного технологічного процесу можна розглядати окремо, розклавши на два незалежних рівняння.

Еквівалентна система, що досить точно відображає динамічні процеси агрегата з пружними стояками робочих органів у вертикальних коливаннях підпружинених мас приводиться до схеми зображеної на рис. 1 та описується рівняннями (4).

Високочастотні складові спектра зовнішньої дії достатньо малі, щоб спричинити коливання, чи призвести до резонансу елементи системи.

Література

1. Лурье А. Б. Статистическая динамика сельскохозяйственных агрегатов / А. Б. Лурье. – Ленинград, издат. «Колос», 1970. – 375 с.
2. Paraforos D. S., Griepentrog H. W., Vougioukas S. G. Country road and field surface profiles acquisition, modeling and synthetic realization for evaluating fatigue life of a agricultural machinery / D. S. Paraforos, H. W. Griepentrog, S. G. Vougioukas // Journal of Terramechanics. – 2016. – No. 63(2016). – P. 1–12.
3. Яблонский А. А., Норейко С. С. Курс теории колебаний / А. А. Яблонский, С. С. Норейко. – М.: издат. «Высшая школа», 1966. – 255 с.
4. Назаров Е. А. Оптимизация упругих связей культиваторного МТА с трактором класса 5: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук: спец. 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства» / Евгений Александрович Назаров. — Волгоград, 2010. – 19 с.
5. Войнов В. Н. Обоснование основных конструктивных параметров и режимов работы дискаторів для ресурсосберегающих технологий обработки

почвы: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук: спец. 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства» / Валерий Николаевич Войнов. — Челябинск, 2012. — 19 с.

6. Гапоненко О. І. Вплив конструкційних параметрів пружної ланки кріплення сферичного диска на стійкість його ходу // Механізація та електрифікація сільського господарства. 2013. Вип. 98. Т. 1. С. 292–297.

7. Гапоненко О. І. Експериментальні дослідження роботи сферичного диска на пружному кріпленні // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. 2013. Вип. 43. Ч. II. С. 61–66.

Аннотация.

Рассматривается движение почвообрабатывающего агрегата при действии постоянно сменных сил взаимодействия рабочих органов с почвой. Анализируется связь влияния неровностей почвы с колебаниями почвообрабатывающего орудия.

Практически применені теоретические и экспериментальные исследования к обоснованию параметров упругих стоек рабочих органов с использованием колебательной системы эквивалентной дисковому почвообрабатывающему агрегату. Эквивалентная система в достаточной мере отражает динамические процессы стоек переднего и заднего рядов дисковых рабочих органов при вертикальных колебаниях подпружиненной массы агрегата.

Summary.

The article considers the movement of the soil-forming unit under the influence of constantly changing forces of interaction between working bodies and the soil, and also analyzes the relationships of the effects of soil irregularities on the variation of soil-working tools.

Practical application of theoretical and experimental researches in the approach to the substantiation of parameters of elastic stands of working bodies with the help of a vibrational system equivalent to a disk soil-aggregate is fulfilled. The equivalent system quite fully reflects the dynamic processes of the front and rear row of disk working bodies for the vertical oscillations of the spring loaded aggregate.

УДК. 631.3.05

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ РУХУ ТРАНСПОРТНОГО АГРЕГАТА ЗАВДЯКИ ВИКОНАННЮ ПРОФІЛАКТИЧНИХ РОБІТ РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ

І. Колеснік,

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

У роботі розглянуті питання контролю керованості з позиції швидкодії реагування трактора на керівний вплив оператора. Досліджені чинники, які впливають на траєкторію руху трактора зі зміною напрямку або за необхідності збереження прямолінійного руху. Доведено, що в експлуатації транспортного агрегата необхідно забезпечити мінімізацію початкової похибки функціонування і забезпечити її мінімізацію або збереження в завданих межах під час тривалої експлуатації.

Контролюючи керованість, оцінюють властивість трактора реагувати на дію оператора, спрямовану на збереження або зміну напрямку руху, збереження стійкості руху та заданого напрямку руху. Експлуатуючи транспортний агрегат необхідно, як правило, забезпечити мінімізацію початкової похибки функціонування і зберегти цей параметр впродовж тривалої експлуатації транспортного агрегата.

Ключові слова: *рульове управління, точність руху, транспортний агрегат.*

Постановка проблеми. Підтримка технічного стану тракторів у працездатному стані істотно впливає на успіх виробничої діяльності сільськогосподарського підприємства будь-якої форми власності. Вирішення цієї проблеми актуальне для України, енергозабезпеченість господарств якої тракторними потужностями (потужність тракторних двигунів на 100 Га орних земель) в 3...5 разів нижча від передових країн [1].

Рівень функціональної точності рульового керування під час експлуатації транспортного агрегата не залишається постійним внаслідок змін його технічного стану, розрегулювань і т.д. До функціональних параметрів рульового керування з сервоприводом тракторів згідно з ДСТУ ISO 10998:2008 [2] віднесені керованість і стійкість руху.

Мета статті. Контролюючи керованість, оцінюють властивість трактора реагувати на дію оператора, спрямовану на збереження або зміну напрямку руху, збереження стійкості руху та заданого напрямку руху. Експлуатуючи транспортний агрегат необхідно, як правило, забезпечити мінімізацію

початкової похибки функціонування і зберегти цей параметр впродовж тривалої експлуатації транспортного агрегата.

Виклад основного матеріалу дослідження. У початковий період експлуатації транспортного агрегата параметр $У$, який характеризує, наприклад, відхилення його руху від траєкторії руху, зазвичай розподілений за нормальним законом з математичним очікуванням $m_y \approx \frac{c+d}{2}$, де c, d – межі незміщеного поля допуску на коридор руху. В такому випадку систематична складова похибки дорівнюватиме $m_{\Delta x_D} = 0$, де Δx_D – відхилення виміряного значення параметра від його номінального значення. Середньоквадратичне відхилення похибки $\sigma_{\Delta x_D}$ можна прийняти рівним:

$$\sigma_{\Delta x_D} \approx \frac{\delta}{3}, \quad (1)$$

$$\text{де } \delta = \frac{d-c}{2}$$

У процесі експлуатації значення параметра $у$ розподілі в межах допуску за законами, близьким до рівномірно змінюваних або рівної ймовірності. У першому випадку маємо:

$$m_{\Delta x_D} = \frac{c+d}{2} - x_n \pm \frac{\delta}{3}; \quad \sigma_{\Delta x_D} = \frac{\sqrt{2}\delta}{3}. \quad (2)$$

Тут знак "+" відповідає рівномірно щораз зрослому розподілу, а "-" – рівномірно спадному.

За законом рівній ймовірності маємо:

$$m_{\Delta x_D} = \frac{c+d}{2}; \quad \sigma_{\Delta x_D} = \frac{\delta}{\sqrt{3}}. \quad (3)$$

Аналіз (2) і (3) показує, що середньоквадратичне відхилення похибок під час експлуатації транспортного агрегата більше початкового значення (1) відповідно в 1,44 і 1,73 рази.

Для підвищення точності функціонування рульового керування необхідний контроль його параметрів під час експлуатації транспортного агрегата [3]. Характеристики умов контролю рульового керування у загальному випадку непостійні і відрізняються від характеристик умов їх застосування $S = S_n$. Внаслідок цього виникає похибка:

$$\Delta x_y = x_n - x_k = x(S_n) - x(S_k), \quad (4)$$

де $x_k = x(S_k)$, $x_n = x(S_n)$ – відповідно початкове значення параметра рульового керування та під час експлуатації транспортного агрегата.

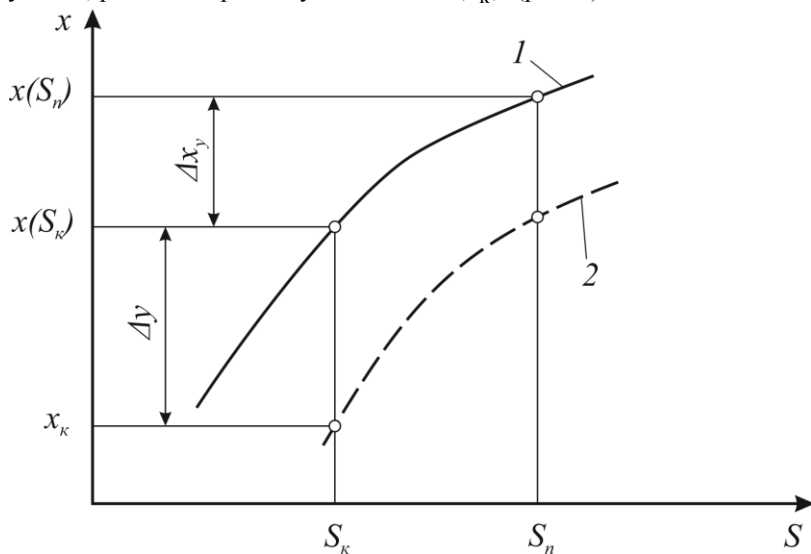
Якщо характеристики умов контролю обрані так, що $S_k = S_n$,

то $\Delta x_y = 0$. У цьому випадку легко виконується необхідна умова контролю:

$$m_{S_K} = m_{S_n}, \quad (5)$$

за якого мінімізується складова похибки (4) [4].

Якщо умови контролю обрані так, що $S_K = m_{S_n}$, то мінімальними стають як систематична, так і випадкова складова похибки. Під час контролю рульового управління в будь-яких інших умовах, що визначаються умовами експлуатації агрегата, вводиться поправка Δy , що враховує неідентичність умов контролю рульового управління і нормальних умов експлуатації транспортного агрегата. Поправка Δy може вводиться для заздалегідь відомих невідповідних умов контролю, наприклад за певного наробітку агрегата, виявлення типової несправності рульового управління і т.д. При цьому введення поправки $\Delta y = -\Delta x_y = x(S_K) - x(S_n)$ завданням значення параметра $x_K = x(S_K) + \Delta y$ дозволяє отримати значення параметра в умовах застосування, рівних потрібному значенню $x(S_K)$ (рис. 1).



1 — до введення поправки; 2 — після введення поправки

Рисунок 1 — Залежність контрольованого параметра, наприклад, відхилення траєкторії руху агрегата

За випадкових умов контролю вводиться поправка $\Delta y = x(S_K) - x(m_{S_n})$ щодо залежності (4), яка і визначається випадковістю процесу контролю

$\Delta_y = x(m_{S_K}) - x(m_{S_n})$. При цьому систематична складова похибки Δx_y мінімізується.

Якщо відомий або заданий діапазон $(S_{i \min}, S_{i \max})$ можливих змін умов застосування, то граничні відхилення параметра рульового управління виходять мінімальними, якщо умови контролю обрані так, що $|\Delta x_y^+| = |\Delta x_y^-|$ (рис. 2). При цьому зменшується систематична складова похибки.

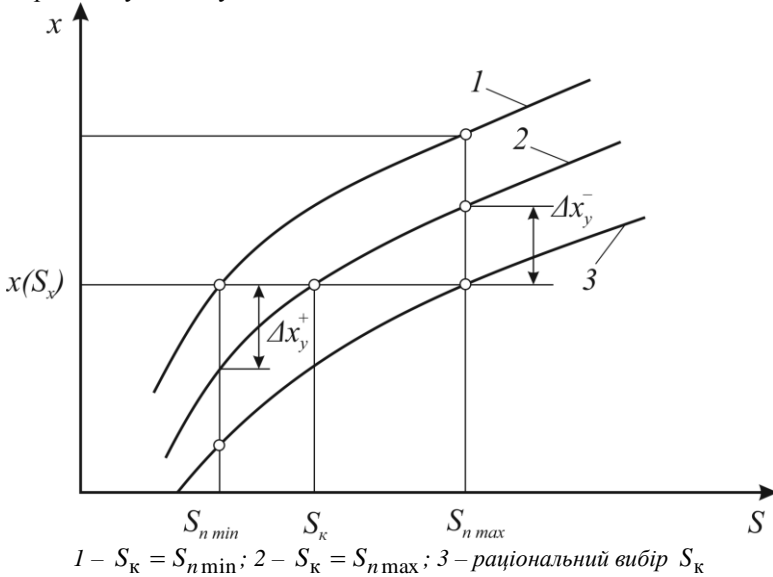


Рисунок 2 – Залежність контрольованого параметра, наприклад, відхилення транспортного агрегату від траєкторії руху

Вибір періодичності T виконання профілактичних робіт під час контролю рульового керування можна проводити відповідно до одної з таких умов:

$$\sigma\left(\frac{x}{T}\right) \leq \sigma_3; P(T) = \int_0^b \omega\left(\frac{x}{T}\right) dx \geq P_3, \quad (6)$$

де σ_3, P_3 – задані (допустимі) значення відповідних величин; $\omega\left(\frac{x}{T}\right)$ – щільність ймовірності значень параметра рульового керування в момент часу T .

Під час компенсації похибок рульового керування введенням поправки $\Delta = x_H - m_T(x)$ під час профілактичних робіт, де $m_T(x)$ – математичне

очікування контролю параметра x , умова вибору періодичності контролю записується у вигляді:

$$\frac{1}{T} \int_0^T \left\{ \sigma^2 \left(\frac{x}{T} \right) + \left[m \left(\frac{x}{T} \right) + x_H - m_T(x) \right]^2 \right\} dt - x^2 \leq \sigma_3^2. \quad (7)$$

Вибираючи періодичність контролю за залежністю (7), має виконуватися умова $P_T < P_3$.

Представимо процес зміни параметра системи в часі як ступеневий поліном:

$$x(t) = x_0 + \sum_{k=1}^n a_k t^k, \quad (8)$$

де x_0 – початкове значення параметра; a_k – коефіцієнт апроксимації.

Числові характеристики процесу (8) в момент $t = T$ є функціями часу

$$\left. \begin{aligned} m \left(\frac{x}{T} \right) &= m_{x0} + \sum_{k=1}^n m_{a_k} T^k; \\ \sigma^2 \left(\frac{x}{T} \right) &= \sigma_{x0}^2 + \sum_{k=1}^n \sigma_{a_k} T^{2k} + 2 \sum_{k < \ell}^n r_{k\ell} \sigma_{a_k} \sigma_{a_\ell} T^{k+\ell}, \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

де $r_{k\ell}$ – коефіцієнти кореляції величин a_k, a_ℓ .

За $n=1$ визначення періодичності контролю рульового керування відповідно до (7) і (8) зводиться до вирішення рівняння другого ступеня. За $n > 2$ задача вирішується на комп'ютері.

Висновки. Оскільки $\sigma_{x0} = \frac{\delta}{K}$, де K – довірчий коефіцієнт, то умова (7)

за заданої періодичності T контролю дозволяє визначити поле допуску 2δ на параметр контролю рульового керування, що забезпечує її необхідну точність під час експлуатації транспортного агрегата.

Література

1. Лебедєв А.Т. Вірогідність контролю функціональної точності і працездатності рульового керування трактора / А.Т. Лебедєв, І.А. Лебедєва, І.В. Колеснік // Вісник НТУ «ХПІ». 2015. №8 (1117). 11-18 с.
2. ДСТУ ISO 10998:2008. Трактори сільськогосподарські колісні. Вимоги до рульового керування (ISO 10998:1995, IDT) – Київ: Держспоживстандарт України, 2008. – 20 с.
3. Колесник И.В. Критерии и оценочные показатели маневренности трактора на транспортных работах / И.В. Колесник // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture – 2016. Vol.18. No.8. 39-43 с.

4. Аникин Н. В. Снижение уровня повреждения перевозимой сельскохозяйственной продукции за счет использования устройства для стабилизации положения транспортного средства [Текст] / Н. В. Аникин, С. Н. Борычев, Н. В. Бышов и [др.] // Фундаментальные и прикладные проблемы совершенствования поршневых двигателей: XII Международная научно-практическая конференция – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2010. С. 319-322.

Аннотация

В работе рассмотрены вопросы контроля управляемости с позиции быстродействия реагирования трактора на руководящее влияние оператора. Исследованы факторы, влияющие на траекторию движения трактора с изменением направления или при необходимости сохранения прямолинейного движения. Доказано, что в эксплуатации транспортного агрегата необходимо обеспечить минимизацию начальной погрешности функционирования и обеспечить ее минимизацию или сохранения в заведениях пределах при длительной эксплуатации. Контролируя управляемость, оценивают свойство трактора реагировать на действие оператора, направленную на сохранение или изменение направления движения, сохранения устойчивости движения и заданного направления движения. Эксплуатируя транспортное агрегат необходимо, как правило, обеспечить минимизацию начальной погрешности функционирования и сохранить этот параметр в течение длительной эксплуатации транспортного агрегата.

Summary

The paper considers the control of controllability from the position of the speed of response of the tractor to the operator's control. The factors influencing the trajectory of the tractor movement when changing the direction or, if necessary, the preservation of rectilinear motion are investigated. It is proved that in operation of the transport unit it is necessary to ensure minimization of the initial error of functioning and to ensure its minimization or conservation within the institutions within the limits of long operation.

When controlling controllability, the tractor's ability to react to the operator's action, aimed at preserving or changing the direction of movement, maintaining the stability of motion and the given direction of movement, is assessed. When operating a transport unit it is usually necessary to minimize the initial operation error and to maintain this parameter during long-term operation of the transport unit.

УДК (083.7):629.3.014.2

ДО ПИТАННЯ ЗАТВЕРДЖЕННЯ ТИПУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТА ЛІСОГОСПОДАРСЬКИХ ТРАКТОРІВ, ПРИЧЕПІВ, ПРИЧІПНИХ МАШИН

В. Кравчук, *д-р техн. наук, проф., чл.-кор. НААН України,*

В. Погорілий,

С. Афанасьєва,

Т. Цема,

УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого

М. Оситняжський,

ДП «УкрЦВТ»,

І. Горбатова,

УкрНДНЦ хімотології і сертифікації ПММ і ТР

Наведено основні особливості та складові аспекти затвердження типу сільськогосподарських та лісогосподарських тракторів, причепів, причіпних машин; розглянуто результати досліджень з нормативно-методичного забезпечення застосування для такої техніки європейських норм і процедур підтвердження відповідності; установлення та дотримання вимог, відповідність яким оцінюється під час затвердження типу, наведено рекомендації щодо вибору вимог для складових частин і характеристик, підготовки документів та порядку дій суб'єктів господарювання для проходження процедури підтвердження відповідності.

Ключові слова: *вимоги, затвердження типу, нормативно-методичне забезпечення, Перелік НД, методичні рекомендації, трактори, причепи, причіпні машини, сертифікат затвердження типу, технічний регламент.*

Вступ. Зважаючи на світові тенденції підвищення безпечності продукції та щоб усунути технічні бар'єри в торгівлі між країнами-членами Європейського Союзу (ЄС) та Світової організації торгівлі (СОТ), в Україні здійснюється адаптація національного законодавства до європейських і міжнародних норм.

Запроваджуються нові підходи, які передбачають застосування процедур введення продукції в обіг на підставі підтвердження відповідності вимогам технічних регламентів, розроблених на основі Директив ЄС.

Зараз в Україні введено до обов'язкового застосування Технічний регламент затвердження типу сільськогосподарських та лісогосподарських тракторів, їх причепів і змінних причіпних машин, систем, складових частин та окремих технічних вузлів, який затверджено постановою КМУ від 28.12.2011 № 1367 [1] (далі – Технічний регламент затвердження типу). Цей

регламент було розроблено УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого разом з Мінагрополітики України.

Положення Технічного регламенту гармонізовано з вимогами європейської Директиви 2003/37/ЄС [2] та адаптовано до чинного національного законодавства. Дотримання вимог Технічного регламенту затвердження типу в Україні є обов'язковим. Застосування Технічного регламенту затвердження типу направлено на приведення сільськогосподарської і лісгосподарської техніки у відповідність вимогам, максимально наближеним до європейських норм, що дозволить:

- підвищити безпечність і конкурентоспроможність вітчизняної сільськогосподарської техніки, наблизити її до європейських стандартів і створити в подальшому передумови для взаємного визнання результатів оцінки відповідності, проведеної в Україні і країнах-членах ЄС;

- підвищити продуктивність праці, знизити рівень травматизму, застосовуючи безпечніші та ергономічніші машини для АПК;

- зменшити негативний вплив на довкілля наближаючи норми забруднювальних викидів та димності двигунів до європейських стандартів;

- зменшити ризик ввезення в Україну неякісних і небезпечних для здоров'я споживачів і довкілля тракторів, причепів, причіпних машин.

Постановка проблеми. Технічний регламент затвердження типу розроблено на основі європейської директиви «Старого підходу» тоді, коли національна система технічного регулювання, включаючи Закон України «Про технічні регламенти та процедури оцінки відповідності» [3], сконцентрована на гармонізації та впровадженні європейських директив на основі «Нового і Глобального підходу». На відміну від зазначеного підходу, за яким установлюються лише суттєві вимоги безпеки, а конкретні вимоги описуються в гармонізованих стандартах з добровільним статусом застосування, «Старий підхід» базується на принципі детального регламентування конкретних вимог до складових частин і характеристик та відповідних методів випробувань.

Враховуючи зазначене, Технічний регламент затвердження типу має цілий ряд особливостей, які перш за все стосуються установлення вимог, процедур підтвердження відповідності та суб'єктів господарювання, які здійснюють діяльність із затвердження типу.

Конкретні вимоги в Директиві 2003/37/ЄС, на основі якої розроблено Технічний регламент затвердження типу, встановлюються 23-ма окремими директивами ЄС, з яких в Україні проведено гармонізацію лише однієї – розроблено –Технічний регламент щодо складових частин і характеристик колісних сільськогосподарських та лісгосподарських тракторів, який затверджено постановою КМУ від 28.12.2011 р. № 1368 [4] (далі – Технічний регламент складових частин). Крім того, зважаючи на спрямованість національної системи технічного регулювання на імплементацію європейських директив «Нового і Глобального підходу», в Технічному

регламенті затвердження типу було вилучено ряд додатків, а також прописані положення щодо інституційних органів, зокрема Органа затвердження типу, які не в повній мірі відповідають Директиві 2003/37/ЕС. Все це привело до неповної відповідності Технічного регламенту затвердження типу європейським нормам і європейській практиці застосування та, зі свого боку, створило труднощі для практичного впровадження його в Україні.

З огляду на вказане вище, для впровадження Технічного регламенту потрібно було вирішити питання установлення системи вимог та розроблення іншої нормативно-методичної бази з забезпеченням діяльності наявних в Україні інституцій у сфері оцінки та підтвердження відповідності сільськогосподарських та лісогосподарських тракторів, причепів і причіпних машин.

Мета досліджень – організаційне та нормативно-методичне забезпечення, включаючи установлення чіткої системи вимог до тракторів, причепів, причіпних машин, для впровадження Технічного регламенту затвердження типу, що загалом направлено на створення умов і механізмів для оснащення АПК України безпечними й ефективними машинами, які відповідають європейському рівню безпеки.

Викладення основного матеріалу. Щоб забезпечити практичне застосування Технічного регламенту затвердження типу УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого разом з Мінагрополітики та Мінекономрозвитку проведено цілу низку досліджень і робіт зі створення в Україні механізму реалізації положень Технічного регламенту та Плану заходів із його впровадження, зокрема створення необхідної для цього організаційно-інституційної (рис. 1) та нормативно-методичної бази (рис. 2) [5, 6]. При цьому також проводились заходи з підготовки виробників та інших суб'єктів господарювання, задіяних у процесі затвердження типу, до впровадження Технічних регламентів і їх популяризації.

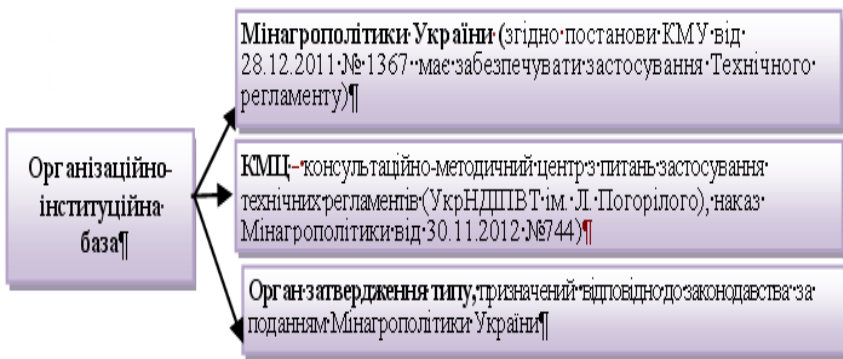


Рисунок 1 – Організаційно-інституційна база для впровадження Технічного регламенту

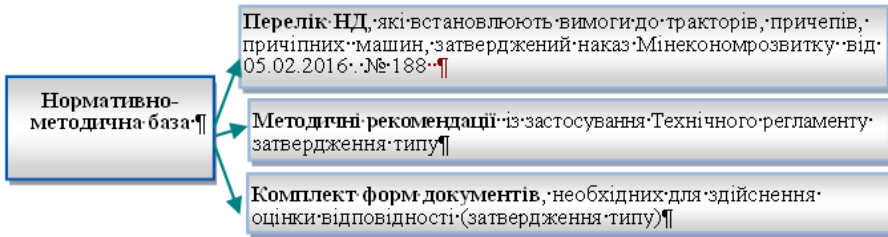


Рисунок 2 – Основна нормативно-методична база для упровадження Технічного регламенту

Розроблені за результатами досліджень Перелік НД [8], Методичні рекомендації із застосування Технічного регламенту затвердження типу [9] та комплект форм документів, необхідних для здійснення оцінки відповідності, які призначені для практичного використання виробниками, Органом затвердження типу, випробувальними лабораторіями, іншими зацікавленими сторонами, розміщуються на сайтах Мінагрополітики, Мінекономрозвитку та УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого.

Уведення в обіг та допуск до участі в дорожньому русі лісогосподарських тракторів, причепів, причіпних машин (реєстрація) повинні здійснюватись після проходження процедури затвердження типу, отримання сертифіката затвердження типу та оформлення виробником до кожної машини сертифіката відповідності затвердженому типу.

Слід зазначити, що сертифікат затвердження типу може видавати лише орган оцінки відповідності, який призначений для здійснення діяльності затвердження типу відповідно до законодавства України за поданням Мінагрополітики (рис. 3). Зокрема таким органом зараз призначено ДП «УкрЦВТ» (наказ Мінекономрозвитку від 02.08.2013 № 890).



Рисунок 3 – Повноваження та функції Органу затвердження типу

Сертифікати затвердження типу, видані іншими органами оцінки відповідності, повноваження яких не відповідають законодавству, зокрема визначенню Технічного регламенту затвердження типу, на цей час є недійсними.

Основними складовими, на яких базується затвердження типу тракторів, причепів, причіпних машин є:

- надання виробником технічного опису типу транспортного засобу, компонента, в якому наведено їхні конструкційні особливості, згруповані за суттєвими ознаками (*інформаційний документ*);
- документальне підтвердження відповідності характеристик складових частин та машини загалом (*сертифікати, протоколи випробувань, офіційні повідомлення про затвердження типу*);
- результати попередньої перевірки виробництва;
- забезпечення виробником підтверджених параметрів та характеристик транспортних засобів та компонентів під час їх виробництва.

Першим кроком для оформлення технічного опису типу (інформаційного документа) є визначення виробником переліку продукції, на яку поширюється Технічний регламент затвердження типу, визначення її категорії, типу трактора, причепа, причіпної машини та варіантів і версій, які входять до визначеного типу.

Визначення категорій, типу, варіантів та версій типу є новими термінами і це відноситься до особливостей Технічного регламенту, в якому застосовується європейська, так названа спрощена процедура, коли сертифікат затвердження типу видається не на окремий трактор, причіп чи причіпну машину, а на сукупність тракторів, причепів чи причіпних машин, які входять до визначеного типу.

Коротко зупинимось на цих нових для практики підтвердження відповідності термінах. Ознаки категорії, типу, варіантів, версій та їх взаємозв'язок наведено на рисунку 4, настанови щодо їх визначення містяться в розроблених УкрНДППВТ ім. Л. Погорілого Методичних рекомендаціях.

Усі варіанти і версії типу наводять і описують в інформаційному документі.

Технічний опис тракторів має містити заповнені дані за установленою формою інформаційного документа:

- варіант А (повний опис) в обсязі 13-ти розділів для тракторів і 9-ти розділів для причепів за відсутності документів щодо підтвердження відповідності незавершеного транспортного засобу або компонентів;
- варіант В (скорочений технічний опис) за наявності одного (або більше) документа щодо підтвердження відповідності незавершеного транспортного засобу або компонента.

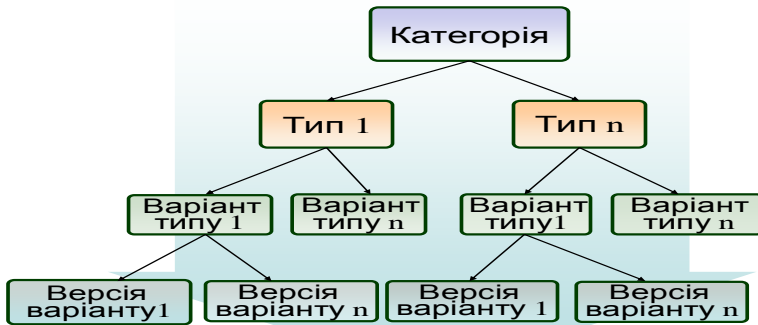


Рисунок 4 – Визначення категорії, типу, варіантів і версій типу трактора, причепа, причіпної машини

Розділ 13 наводиться виробником за його бажанням або потребою.

Форми інформаційних документів розроблено органом затвердження типу ДП «УкрЦВТ» і КМЦ та наведено в Додатку 3 Методичних рекомендацій. Для зручності користування і однозначності наведення даних форми інформаційного документа розроблено окремо для тракторів і окремо для причепів і причіпних машин.

Одним із самих важливих питань є установлення та дотримання вимог, які поширюються на визначені категорії і типи тракторів, причепів, причіпних машин, їх варіанти та версії. В УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого відповідно до чинного законодавства та з урахуванням положень пунктів 12 та 13 Технічного регламенту проведено значний обсяг робіт із розроблення системи обов'язкових вимог до тракторів, причепів, причіпних машин, які відповідають європейським та міжнародним нормам.

Наукові дослідження в напрямку визначення переліку чинних національних НД на основі аналізування і визначення максимальної відповідності вимог, установлених такими НД, вимогам європейських директив були невід'ємною частиною створення механізму впровадження зазначеного вище Технічного регламенту. Такий підхід дозволяє ввести на внутрішньому ринку правила оцінки відповідності встановленим вимогам тракторів і машин до них, які максимально наближені до вимог Директив ЄС, що в подальшому буде сприяти усуненню технічних бар'єрів у торгівлі та спрощенню процедури взаємного визнання результатів робіт з оцінки відповідності тракторів, причепів, причіпних машин і їхніх компонентів, які ввозяться та вивозяться з України.

Тобто, основними критеріями вибору НД для включення їх у Перелік, була відповідність регламентованих ними вимог вимогам європейських Директив, їх спрямованість на підвищення конкурентоспроможності і ефективності використання сільськогосподарської техніки.

Перелік Директив ЄС, положення яких було взято за основу для аналізування та встановлення вимог до складових частин і характеристик тракторів, причепів, причіпних машин визначався додатком II Директиви 2003/37/ЄС, на базі якої розроблено Технічний регламент затвердження типу.

Номенклатура складових частин, вузлів та характеристик, до яких установлюються вимоги щодо оцінки (підтвердження) відповідності під час затвердження типу, визначена Технічним регламентом затвердження типу (додатки 1, 2). Кількість таких частин і характеристик складає 43 позиції.

Для 6-ти з 43-х складових частин і характеристик складає вимоги встановлюються Технічним регламентом складових частин, застосування якого є обов'язковими (рис. 5).

Для установлення вимог до інших 37-ми частин і характеристик було відібрано, проаналізовано, обґрунтовано та вибрано чинні в Україні стандарти і нормативно-правові акти (Правила ЄЕК ООН та постанови Кабінету Міністрів України), які регламентують вимоги до транспортних засобів.

Було відібрано та проаналізовано більше ніж 250 стандартів щодо наявності та ідентичності установлених ними вимог вимогам зазначених вище 23-х Директив ЄС.

На основі проведених досліджень було розроблено Перелік НД – Перелік національних стандартів, застосування яких є доказом відповідності сільськогосподарських та лісогосподарських тракторів, їхніх причепів і змінних причіпних машин, систем, складових частин та окремих технічних вузлів вимогам Технічного регламенту затвердження типу. Відповідно до чинного законодавства Перелік НД було опрацьовано в Мінагрополітики та затверджено наказом Мінекономрозвитку України (рисунок 6).

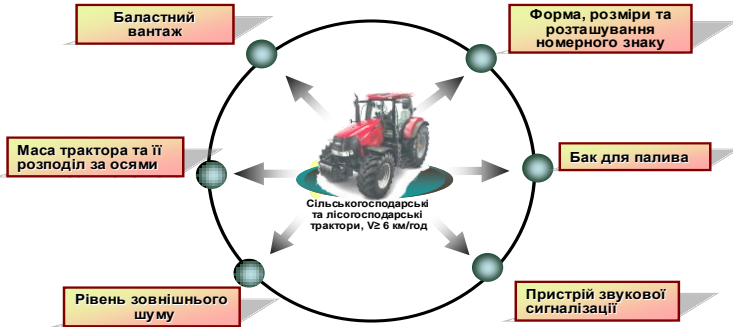


Рисунок 5 – Номенклатура складових частин і характеристики трактора, щодо яких вимоги встановлюються Технічним регламентом складових частин

Перелік НД включає 52 стандарти, переважну більшість яких (82%) складають стандарти, гармонізовані з міжнародними та європейськими нормами.

Перелік НД,
затверджений Мінікономрозвитку України
(наказ № 188 від 05.02.2016).
(фрагмент)

N	Позначення Національних стандартів	Назви національних стандартів
1	ДСТУ 7322:2013 (підрозділи 5.21 і 5.29)	Трактори сільськогосподарські. Загальні технічні умови
2	ДСТУ 7416:2013 (підрозділи 4.3 - 4.6)	Сільськогосподарські та лісогосподарські трактори. Зусилля та опір тягові. Загальні вимоги
3	ДСТУ 7462:2013 (підрозділи 4.1 - 4.7)	Сільськогосподарські та лісогосподарські трактори. Платформи вантажні. Характеристики
4	ДСТУ 7466:2013 (підрозділи 4.1 і 4.2)	Сільськогосподарські та лісогосподарські колісні трактори. Сидіння пасажирські. Загальні вимоги
5	ДСТУ 7589:2014 (розділи 4 і 5)	Сільськогосподарські та лісогосподарські трактори. Захист від рухомих частин і виступних елементів. Загальні вимоги

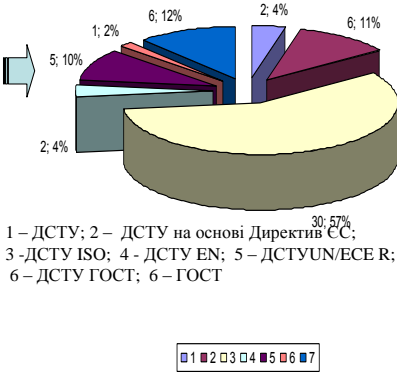


Рисунок 6 – Фрагмент Переліку НД та розподіл включених до нього стандартів за їх видами

Слід зазначити, що національні стандарти, включені до Переліку НД, застосовуються під час затвердження типу обов'язково, а не на добровільній основі, оскільки відповідно до законодавства України обов'язковість їх застосування встановлена нормативно-правовим актом – Технічним регламентом затвердження типу, пункт 13 (постанова КМУ від 28.12.2011 р.).

Наказом Мінікономрозвитку від 05.02.2016 р. № 188 встановлено, що інші вимоги, визначені Технічним регламентом затвердження типу, але не охоплені

стандартами, включеними в Перелік НД, регламентуються чинними нормативно-правовими актами, якими встановлено вимоги до транспортних засобів.

Ураховуючи зазначене, за результатами аналізування та вивчення таких нормативно-правових актів було обґрунтовано та встановлено перелік Правил ЄЕК ООН, які необхідно використовувати для оцінки та підтвердження відповідності тракторів, причепів, причіпних машин, а також визначено для застосування окремі постанови Кабінету Міністрів України.

Отже, за результатами проведених досліджень зміст і нормативні значення вимог до складових частин і характеристик, визначених додатком 2 Технічного регламенту затвердження типу, установлюються:

- стандартами, включеними в Перелік НД, затверджений наказом Мінекономрозвитку від 05.02.2016 р. № 188;

- Технічним регламентом щодо складових частин і характеристик колісних сільськогосподарських та лісогосподарських тракторів;

- Правилами ЄЕК ООН, застосування яких в Україні регламентовано законом України «Про приєднання України до Угоди про прийняття єдиних технічних приписів для колісних транспортних засобів...» [10];

- Правилами дорожнього руху, затвердженими Постановою КМУ від 10.10.2001 р. № 1306 [11].

Для зручності і однозначності визначення вимог, які поширюються на певні типи, їхні варіанти та версії для користувачів розроблено настанови щодо застосування вимог, підтвердження відповідності яким здійснюється під час затвердження типу. Такі настанови наведено в Методичних рекомендаціях. Вони містять перелік основних показників і вимог, які встановлюються до кожної із 43-х складових частин і характеристик, а також конкретні пункти стандартів та нормативно-правових актів, що установлюють зазначені вимоги.

Що стосується Правил ЄЕК ООН, то слід зазначити, що для підтвердження відповідності тракторів, причепів, причіпних машин, як транспортних засобів, в Україні застосовуються Правила ЄЕК ООН з серіями поправок до них, визначених наказами Мінінфраструктури як компетентного органу щодо забезпечення виконання Женевської угоди 1958 року [12] за Законом України «Про приєднання України до Угоди про прийняття єдиних технічних приписів для колісних транспортних засобів...».

Використовуючи розроблені Перелік НД та Методичні рекомендації, виробник чи інший суб'єкт господарювання установлюють вимоги для визначеного типу, його варіантів та версій і формують-комплект документів з підтвердження відповідності.

Документальне підтвердження відповідності характеристик складових частин та машини загалом, формування комплекту таких документів є одним із найважливіших етапів затвердження типу. Таким підтвердженням відповідності характеристик складових частин вузлів та машини загалом є чинні сертифікати, протоколи (звіти) випробувань, офіційні повідомлення

про затвердження типу. Використовуючи для виробництва трактора, причепа, причіпної машини купованих складових частин, до яких встановлюються вимоги, виробнику слід вимагати від постачальника таких частин документ з підтвердження відповідності установленим вимогам і долучати його до комплексу документів для затвердження типу.

Складові частини, підтвердження відповідності яких може здійснюватись окремо від трактора, причепа, причіпної машини, а також стандарти і нормативно-правові акти, які встановлюють вимоги, наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Складові частини, підтвердження відповідності яких може здійснюватись окремо від трактора, причепа, причіпної машини, а також стандарти і нормативно-правові акти, які встановлюють вимоги

Ч/ч	Складова частина	Нормативно-правовий чи нормативний документ, що установлює вимоги
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
1	Пристрій звукової сигналізації	Правила ЄЕК ООН № 28-00
2	Дзеркала заднього огляду	Правила ЄЕК ООН № 46-02
3	Захисний пристрій (кабіна) для водія	ДСТУ ISO 3463:2005 (динамічні випробування) ДСТУ ISO 5700:2004 (статичні випробування)
4	Сидіння для водія	ДСТУ ISO 4253:2008, ГОСТ 20062-96, ДСТУ ISO 26322-1:2013, ДСТУ ISO 26322-2:2013, ДСТУ ISO 5007:2012, ДСТУ ISO 4254-1:2012
5	Пристрої освітлення та світлової сигналізації	
5.1	Фари ближнього світла	Правила ЄЕК ООН № 8-05
5.2	Задні (бокові) габаритні вогні	Правила ЄЕК ООН № 7-02
5.3	Передні габаритні вогні	Правила ЄЕК ООН № 7-02
5.4	Показчики поворотів	Правила ЄЕК ООН № 6-01
5.5	Світловідбивачі	Правила ЄЕК ООН № 3-00
5.6	Ліхтарі освітлення заднього номерного знаку	Правила ЄЕК ООН № 4-00
5.7	Стоп-сигнали	Правила ЄЕК ООН № 7-02
5.8	Фари дальнього світла	Правила ЄЕК ООН № 1 і 2-01
5.9	Передні протитуманні фари	Правила ЄЕК ООН 19-02:2002
5.10	Задні протитуманні фари	Правила ЄЕК ООН № 38-00
5.11	Фари заднього ходу	Правила ЄЕК ООН № 23-00
5.12	Стоянкові вогні	Правила ЄЕК ООН № 7-02
5.13	Габаритні (контурні) вогні	Правила ЄЕК ООН № 7-02
6	Скло кабіни	Правила ЄЕК ООН № 43-00
7	Механічний зчпний пристрій	ДСТУ 7818:2015, ДСТУ ISO 5692:2007 (3 частини); ДСТУ ISO 6489:2006 (5 частин), ДСТУ ISO 20019:2006, ДСТУ ISO 21244:2013
8	Двигун (обсяг викидів забруднювальних речовин)	Правила ЄЕК ООН 96-00, Правила ЄЕК ООН 49-02, Правила ЄЕК ООН № 24-03

Продовження таблиці 1

1	2	3
9	Шини	Правила ЄЕК ООН № 106-00, ДСТУ 4140-2002/ГОСТ 7463-2003
10	Ремені безпеки	ДСТУ ISO 3776-3:2013, ГОСТ 26879-88
11	Пристрій для обмеження швидкості	Правила ЄЕК ООН № 89-00
12	Спідометр	Правила ЄЕК ООН № 39-00

Позначення національних стандартів та нормативно-правових актів для встановлення вимог до інших частин і характеристик (крім зазначених на рисунку 5 та в таблиці 1) наведено на рисунку 7.

У разі відсутності повного комплексу документів з підтвердження відповідності надається зразок чи, за потреби, зразки виробу для випробувань в акредитовану випробувальну лабораторію. Протоколи (звіти випробувань) додаються до зазначеного комплексу документів та надаються в Орган затвердження типу.

Орган затвердження типу детально перевіряє технічний опис та комплект наданих документів, а також до видачі сертифіката затвердження типу проводить попередню оцінку виробництва. Обсяг перевірки виробництва залежить від наявності сертифіката на систему управління.

За наявності чинних документів з підтвердження відповідності, позитивних результатів випробувань та попередньої оцінки орган затвердження типу видає сертифікат затвердження типу.

Згідно з Технічним регламентом затвердження типу зазначений сертифікат має підтверджувати не лише те, що транспортний засіб відповідає вимогам Технічного регламенту, а й те, що тип транспортного засобу затверджено відповідно до вимог цього Технічного регламенту.

Під час розроблення комплексу документів, необхідних для здійснення затвердження типу, була розроблена Органом затвердження типу ДП «УкрЦВТ» за участю КМЦ і форма сертифіката затвердження типу. Цей сертифікат розроблений з урахуванням європейських норм, відповідає вимогам Технічного регламенту, включає всі необхідні дані щодо повної ідентифікації типу, його варіантів і версій, відомості щодо виробника, дані щодо процедури затвердження, підтверджує правильність технічного опису визначеного типу, результати випробувань основних екологічних показників.

Також такий сертифікат затвердження типу містить усі необхідні дані для оформлення виробником сертифіката відповідності затвердженому типу. Це значно спрощує оформлення такого документа, що долучається виробником до кожного трактора, причепа, причіпної машини, тип яких затверджено.

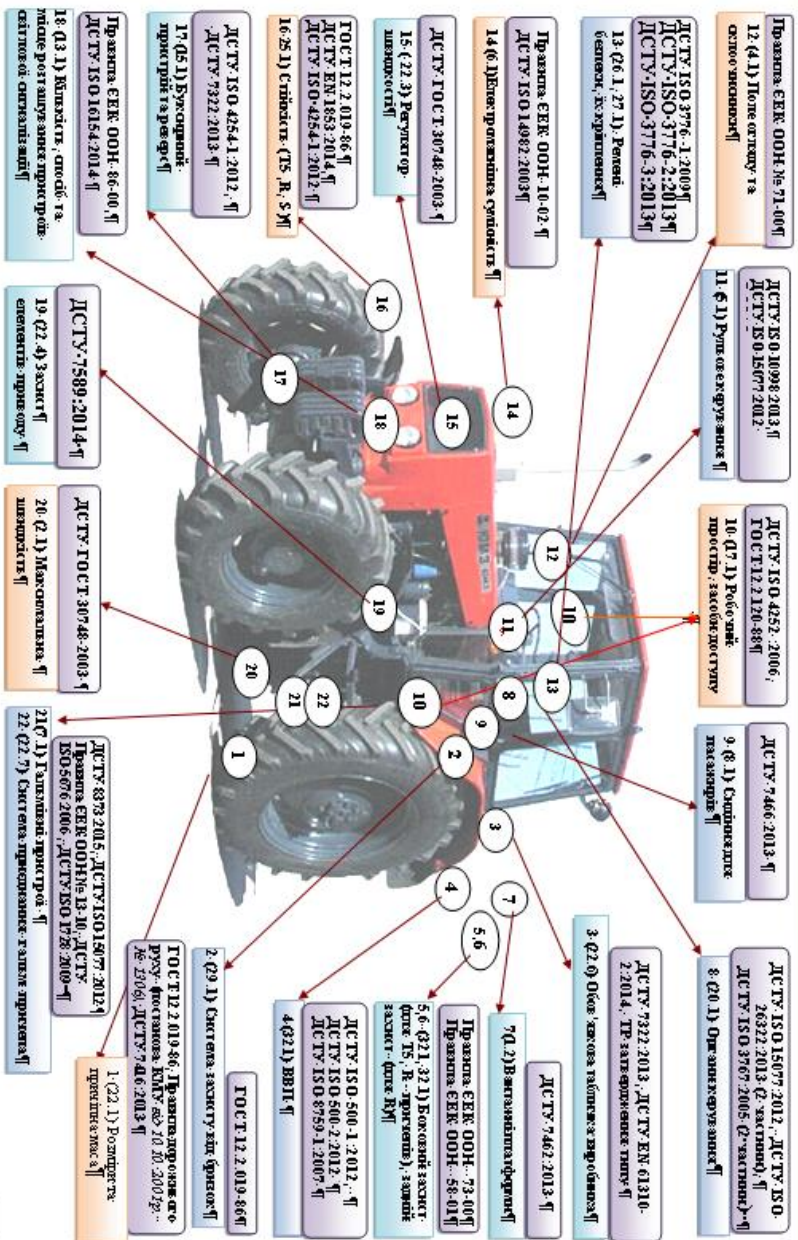


Рисунок 7 – Номенклатура складових частини і характеристик та позначення національних стандартів, що установлюють вимоги до них

Для допомоги всім заінтересованим сторонам розроблено деталізований порядок дій виробника (постачальника) та інших суб'єктів господарювання, задіяних в процесах затвердження типу, зокрема і після отримання сертифіката затвердження типу. При цьому крім підтвердження відповідності серійно виготовлених тракторів, причепів, причіпних машин розглянуто питання і підтвердження відповідності партій та одиничних зразків указаної продукції. Зазначений порядок детально наведено в розроблених Методичних рекомендаціях та схематично на рисунку 8.

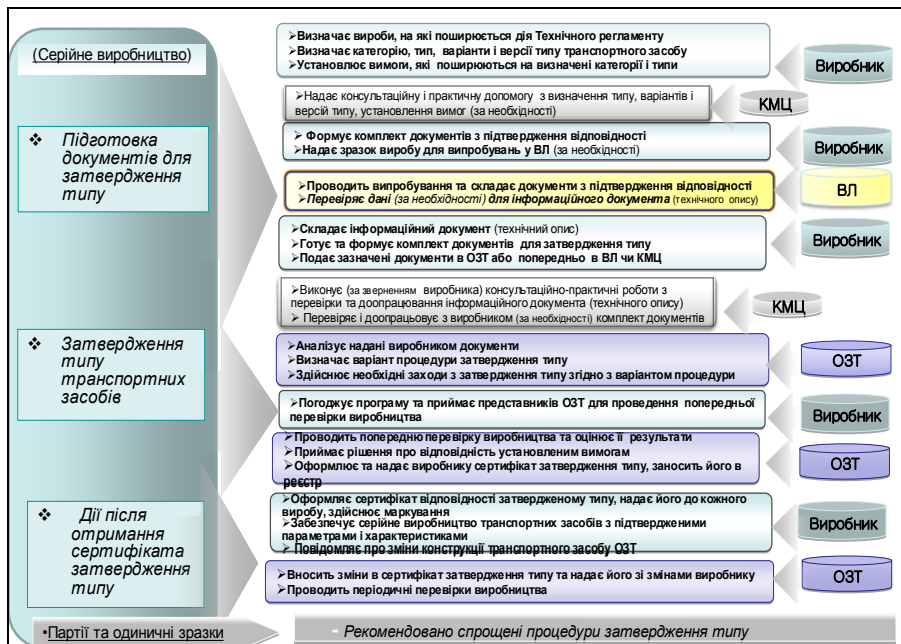


Рисунок 8 – Порядок дій суб'єктів господарювання, задіяних в процесі затвердження типу тракторів, причепів, причіпних машин

Висновки. Отже, отримані результати досліджень, проведених КМЦ (УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого) і ДП «УкрЦВТ», створена за участю Мінагрополітики організаційно-інституційна база та розроблене нормативно-методичне забезпечення стали основою для практичного впровадження Технічного регламенту затвердження типу, а також істотно спростили умови застосування сучасних вимог та процедур підтвердження відповідності.

Упровадження європейських норм щодо безпечності тракторів, причепів, причіпних машин, їхніх компонентів та процедур оцінювання відповідності є запорукою підвищення конкурентоспроможності зазначеної української продукції, можливості виходу її на європейські і світові ринки, а

також оснащення агропромислового комплексу України більш безпечними та продуктивними технічними засобами

Література

1 Про затвердження Технічного регламенту затвердження типу сільськогосподарських та лісогосподарських тракторів, їх причепів і змінних причіпних машин, систем, складових частин та окремих технічних вузлів [Електронний ресурс]: Постанова Кабінету Міністрів України від 28.12.2011 р. № 1367. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/> — Назва з екрану.

2. Directive 2003/37/EC of the european parliament and of the council of 26 May 2003 on type-approval of agricultural or forestry tractors, their trailers and interchangeable towed machinery, together with their systems, components and separate technical units and repealing Directive 74/150/EEC. [Електронний ресурс]: – Режим доступу: <http://eur-lex.europa.eu/> — Назва з екрану.

3. Про технічні регламенти та процедури оцінки відповідності [Електронний ресурс] : Закон України від 15 січня 2015 року № 124-VIII. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/> — Назва з екрану.

4. Про затвердження Технічного регламенту щодо складових частин характеристик колісних сільськогосподарських та лісогосподарських тракторів [Електронний ресурс] : Постанова Кабінету Міністрів України від 28.12.2011 р.№ 1368.– Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/> — Назва з екрану.

5. Кравчук В., Цема Т., Афанасьєва С., Лисак Л. Нормативно-методичне забезпечення технічних регламентів щодо тракторів, причепів, причіпних машин та основі нових європейських норм//»Техніка і технології АПК».– 2017.– № 1(88).– Стор. 13-17.

6. Дослідження, розроблення і впровадження нормативно-методичного забезпечення із застосування технічних регламентів щодо тракторів, причепів, причіпних машин та пропозицій щодо їх актуалізації на основі нових європейських норм //Звіт про НДР

7. Про створення консультативно-методичного центру з питань застосування технічних регламентів щодо сільськогосподарських та лісогосподарських тракторів, їх причепів і змінних причіпних машин [Електронний ресурс] : Наказ Мінагрополітики від 30.2012 р. № 744. Режим доступу: <http://minagro.gov.ua/>— Назва з екрану.

8. Про затвердження Переліку національних стандартів, які в разі їх застосування є доказом відповідності сільськогосподарських та лісогосподарських тракторів, їх причепів і змінних причіпних машин, систем, складових частин та окремих технічних вузлів вимогам Технічного регламенту затвердження типу сільськогосподарських та лісогосподарських тракторів, їх причепів і змінних причіпних машин, систем, складових частин та окремих технічних вузлів [Електронний ресурс]: – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/> — Назва з екрану.

9. Методичні рекомендації із застосування Технічного регламенту затвердження типу сільськогосподарських та лісгосподарських тракторів, їх причепів і змінних причіпних машин, систем, складових частин та окремих технічних вузлів [Електронний ресурс]: – Режим доступу: <http://minagro.gov.ua/> — Назва з екрану.

10. Про приєднання України до Угоди про прийняття єдиних технічних приписів для колісних транспортних засобів, предметів обладнання та частин, які можуть бути встановлені та/або використані на колісних транспортних засобах і про умови взаємного визнання офіційних затверджень, виданих на основі цих приписів, 1958 року з поправками 1995 року [Електронний ресурс] : Закон України від 10.02.2000 р. № 1448-III. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/> — Назва з екрану.

11. Про Правила дорожнього руху [Електронний ресурс]: Постанова Кабінету Міністрів України від 10.10.2001 р. № 1306. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/> — Назва з екрану.

***Аннотація.** Приведены основные особенности и составляющие аспекты утверждения типа сельскохозяйственных и лесохозяйственных тракторов, прицепов, прицепных машин, рассмотрены результаты исследований относительно нормативно-методического обеспечения применения для такой техники европейских норм и процедур подтверждения соответствия, установление и соблюдение требований, соответствие которым оценивается при утверждении типа, приведены рекомендации по выбору требований для составных частей и характеристик, подготовки документов и порядка действий субъектов хозяйствования для прохождения процедуры подтверждения соответствия.*

Summary.

The main features and components of the approval of the type of agricultural and forestry tractors, trailers, trailers are given, the results of research on the regulatory and methodological support for the application of European norms and procedures for conformity assessment for such equipment, the establishment and observance of requirements that are assessed when approving a type are given recommendations on the selection of requirements for components and characteristics, preparation of documents and procedure for business entities action to undergo conformity assessment procedures.

Новітні технології в АПК: дослідження та управління

УДК 631.3:061.4

МЕТРИЗАЦІЯ РЕСУРСНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СТІЙКОСТІ АГРОВИРОБНИЦТВА ЗА УМОВ РИЗИКОВАНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

В. Кравчук, *д-р техн. наук, проф., чл.-кор. НААН України
ДНУ «УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого»,*
Г. Баранов, *д-р техн. наук, проф.,*
О. Прохоренко, *аспірант,*
Національний транспортний університет

Запропонована наукова концепція фундаментальної метризації ресурсних основ забезпечення функціональної стійкості агровиробництва продукції рослинництва за умов ризикованого землеробства. Обґрунтовано аксіоматична єдність розмірності і подібності фізичних вимірювань базисних процесів агровиробництва.

Доведено, що у єдиному просторово-часовому континуумі існують алгебраїчні метризовані залежності між гетерогенними ресурсними засобами ефективного агровиробництва.

Ключові слова: *багатофункціональне землеробство, аграрні технології, ресурсні основи, метрологічні метрики, алгебраїчні взаємозалежності, функціональна стійкість.*

Вступ. Динаміка техніко-технологічної модернізації агропромислового комплексу (АПК) України на базі інноваційних сільськогосподарських машин (СГМ), агрегатів й комплексів, спрямована на високі рівні гарантії: безпеки життя з високою продуктивністю праці; продовольчої безпеки агровиробництва продукції рослинництва (АВІР); екологічної безпеки біосфери в умовах впливів різноманітних факторів зовнішнього навколишнього середовища (ЗНОС), включаючи ґрунтово-кліматичні особливості ризикованого землеробства [1-4].

Діяльність відомих численних полієргатичних (людино-машинних) виробничих організацій (ПЕВО) провідних країн світу вже суттєво впливає на всі складові глобальних процесів на планеті Земля, що за умов невиконання принципів Кіотського протоколу може привести до загрозливих змін форм життя на всій планеті [4]. Якщо не зменшити рівні забруднення екосистеми хімічними й біологічними отрутами, не припинити деградаційні руйнівні процеси геосфери, як наслідок зменшиться ресурсна основа ефективного землеробства.

Постановка завдання. У загальному вигляді вже відомі означені практикою складові майбутнього: безпека життя людини, збереження

стійкості АВПР у межах АПК, гарантоване адаптивне управління (ГАУ) процесами складних динамічних систем (СДС) тощо. Але не відомі умови, які формують єдину наукову парадигму функціональної стійкості керованих інноваційних об'єктів, СГМ та комплексів, що задовольняють вимогам ПЕВО у відкритому незалежному ЗНОС природного Всесвіту. Потреби визначення фундаментальних основ майбутнього ресурсного забезпечення інноваційних форм функціональної стійкості АВПР за умов реальних ризиків нестационарного ЗНОС обумовлюють відповідний науковий напрям.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження в [1-6] свідчить, що стрімкий розвиток АПК [1,2] та неперервне розширення й модернізація технічних засобів для їх практичного застосування [3] все більш пов'язані з накопиченням відповідних аграрних знань, які диференціюємо за окремими науковими напрямами [4]. Природна складність об'єктів Всесвіту, Космосу, Геліо-геоекології, Техніки та Технології визначаються на всіх рівнях опису динаміки процесів функціонування будь-яких СДС [7]. Від точності, повноти, адекватності конструктивних техніко-технологічних рішень стосовно інваріантності (ситуативної, часткової, еквівалентної) до факторів необмеженого, незалежного, невизначеного ЗНОС, який на можливих рівнях впливає на елементи, агрегати й комплекси АВПР, залежать комплексні оцінки ефективності АПК та безпеки життя ПЕВО. Тому пошук принципів ресурсної будови майбутніх СДС, де при наявності реальних ризиків від ЗНОС гарантована безпека життя (VITO), є актуальним.

Мета роботи полягає у формуванні наукової концепції фундаментальної метризації ресурсних основ забезпечення функціональної стійкості АВПР за умов реального ризикованого землеробства. Таким чином, засоби ГАУ можуть досягати суттєвого покращення ефективності АВПР шляхом почергового обґрунтування завдань ПЕВО АПК на етапах конструктивного комплексного моделювання (ККМ) СДС, що гарантують принципове усунення небажаних поточних ризиків впливу ЗНОС. Для всіх форм життя об'єктів АВПР в реальних (прогнозних) умовах впливів факторів ЗНОС засоби ККМ СДС забезпечують раціональний розподіл ресурсів та техніко-технологічні рішення стосовно: синергетичної інтегрованої безпеки у біосферному просторово-часовому континуумі (ПЧК); законів почергового ГАУ силовими органами та двигунами; траєкторних параметрів маршрутів руху маневрених СГМ; дозованих диференційованих порцій внесення витратних матеріалів; оцінки фактичних ризиків та рівнів безпеки на кожній фазі реалізації зменшення запасів функціональної стійкості та ресурсних запасів.

Основний матеріал. Принципово ЗНОС характеризується всіма об'єктивними природними категоріями у будь-якої частки ПЧК [7]. У межах єдиного Всесвіту існує глобальна метризована вкладеність конкретних ПЧК на відповідних рівнях організації: атомарних нано-ансгтрем; агрегатних макро – мета; глобальних тера-денто масштабах. В той же час продукти

соціальної діяльності ПЕВО у вигляді штучних об'єктів АВПР завжди мають конкретні обмежені геометричні й фізичні параметри [8].

Поняття конкретної форми (поверхні, об'єму, корпусу) для кожного елемента й компонента СГМ дуже важливо для характеристики особливостей руху у ПЧК. Дійсно, рух СГМ по рельєфу поля обумовлений всіма активними силами та моментами взаємодії на його контактних поверхнях конструкції локальних факторів впливу ЗНОС. Тому принципово існує триєдність на зовнішньому (EXTERNAL), внутрішньому (INTERNAL) та контактному (ON CONTACT) рівнях взаємодії під час зміни просторових позицій СГМ відносно ЗНОС. Відповідні процеси взаємодії (interrelation, interaction, cooperation first element of compounds) характеризують конструктивну єдність носія руху, енерго-масової субстанції, форми корпусу під час проникнення у наступний об'єм ПЧК ЗНОС. Зі свого боку ЗНОС змінює власні незалежні природні властивості внаслідок заміщення частки об'єму на об'єми конкретного технічного об'єкта, який належить СГМ. Отже, слід тричі визначати поняття: глобальна зона кінцевих позицій та дій відповідно до стратегічного плану АПК; зональні технології доцільних безпечних операцій у тактичному ЗНОС, корисному для стійкості (serve vitality) АВПР за фазами розвитку рослин; базисні поточні позиції СГМ в оперативному локальному ЗНОС для реалізації програмного завдання оператора (real-time fly up) без фатальних помилок (vital errors). Цілісна повнота, неперервна вкладеність та диференційована триєдність цих складових ПЧК забезпечує ефективність АВПР АПК внаслідок функціональної стійкості всіх інтерфейсних компонент інноваційних СГМ.

Таблиця 1 – Класифікаційні ознаки першочергових визначальних семи видів ресурсів ПЕВО для двох форм і трьох розмірностей функціонування життєстійких СДС

Вид ресурсу	Поняття множини подібності у межах виду ресурсу СДС					
	лінійна		поверхнева		об'ємна	
	код	назва	код	назва	код	назва
1	2	3	4	5	6	7
T Time Scale $T^1 = \frac{\partial^2(T)}{\partial T^2}$	$L^0 T_{+1}^{+1}$	Період тривалості часу	$L^0 T_{+2}^{+2}$	Поверхня часу	$L^0 T_{+3}^{+3}$	Обсяг часу
	$L^0 T_{-1}^{-1}$	Частота події	$L^0 T_0^0$ *	Const 1 кроку часу	$L^0 T_{+1}^{+1}$ Δ	Похідна спектру оцінки часу
$E = MV^2$ energy substantial $E^1 = \left(\frac{\partial E}{\partial T}\right) dL$	$L^{+5} T_{+1}^{-4}$	Енергія	$L^{+5} T_{+2}^{-3}$	Дія Момент руху	$L^{+5} T_{+3}^{-2}$	Момент інерції

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7
	$L^+6T_{+1}^{-5}$	Швидкість передачі енергії	$L^+6T_{+2}^{-4}$	Швидкість передачі дії	$L^+6T_{+3}^{-3}$	Момент дії впливу
s substance subject $S^1 = \frac{\partial^2 S}{\partial L \partial T}$	$L^+1T_{+1}^0$ *	Довжина об'єкту	$L^+2T_{+2}^0$	Поверхня простору	$L^+3T_{+3}^0$ Δ	Об'єм простору
	$L^0T_{-1}^{-1}$ *	Частота подібність стабільність	$L^+1T_0^{-1}$ Δ	Швидкість об'єкта змін	$L^+2T_{+1}^{-1}$ *	Стабільність проникнення носія
$I = \left(\frac{\partial E}{\partial L}\right)dt$ information $I^1 = \frac{\partial^2(I)}{\partial T^2}$	$L^+4T_{+1}^{-3}$	Імпульс	$L^+4T_{+2}^{-2}$	Магнітний момент	$L^+4T_{+3}^{-1}$	Об'ємна швидкість зміщення
	$L^+4T_{-1}^{-5}$	Швидкість зміни сили біта	$L^+4T_0^{-4}$	Сила знання коду	$L^+4T_{+1}^{-3}$	Заряд слово байт
$M = \frac{E}{C^2}$ Material substratum $M^1 = \frac{\partial^2 M}{\partial L \partial T}$	$L^+3T_{+1}^{-2}$ *	Маса кількість	$L^+3T_{+2}^{-1}$	Об'ємні витрати матерії	$L^+3T_{+3}^0$ Δ	Об'єм околу матерії
	$L^+2T_{-1}^{-3}$	Гradient форми	$L^+4T_0^{-4}$	Різниця потенціалу матерії	$L^+3T_{+1}^{-2}$	обільність проникнення у матеріал
$F = M^1(L^1T_0^{-1})$ finances scale $F^1 = \left(\frac{\partial^2 F}{\partial L^2}\right)dT^2$	$L^+3T_{-1}^{-4}$	Кутове прискорення маси банкнот	$L^+3T_0^{-3}$ *	Течія обміну	$L^+3T_{+1}^{-2}$	Грошова маса у підсумку
	$L^+1T_{-1}^{-2}$ *	Прискорення обміну валют	$L^+1T_0^{-1}$ Δ	Швидкість процесу	$L^+1T_{+1}^0$ *	Досягнута довжина фін.операції
$O = \frac{\partial^d}{\partial T^d} \left(\frac{F}{I^1}\right)$ or ganzation substantive $O = \left(\frac{\partial O}{\partial T}\right)dL$	$L^{-1}T_{-1}^0$	Зміна провідності учасника	$L^{-1}T_{-2}^{-1}$	Щільність учасників ПЕВО	$L^{-1}T_{-3}^{-2}$	Зміна об'ємної щільності учасників
	$L^0T_{+1}^{-1}$	Частота взаємодії	$L^0T_{-2}^{-2}$	Кутове прискорення щільності	$L^0T_{-3}^{-3}$	Зміна кутового прискорення взаємодії

Вочевидь повний план дій можливо відображати на електронних картах (ESDIS) з відповідно суттєво різними масштабами деталізації околу ПЧК навколо базисних (реперних, ключових, вирішальних) позицій СГМ на майбутніх програмних ділянках маршруту у ЗНОС. Сутність, особливість і

специфіка кожної зони впливу нестационарного динамічного ЗНОС потребують їх передчасного врахування. Саме це необхідно для обов'язкового гарантованого виключення рокових помилок (ризиків непередбаченого невизначення) та конфліктних (conflict) рішень стосовно змін закону управління процесами безпосередньо під час руху СГМ. Бортові інформаційно-керівні комплекси (БІКК) з властивостями функціональної стійкості ГАУ завчасно повинні розв'язувати задачі, щоб ліквідувати прогнозні конфлікти та катастрофи (втрата врожаю) за умов можливих екстремальних подій у загрозливих фазах стану ЗНОС (квазіперіодичні випадкові збіги обставин).

Поняття виникнення екстремальних, позитивних, позаштатних непередбачених подій у ПЧК за критеріями безпеки технології визначають, що на наступний черговий крок цілісна система з засобами БІКК ГАУ не має у цю мить необхідних і достатніх ресурсів. Тому з метою уникнення ризиків (банкрутства) в конкретних умовах невизначеності та часткових знань про наближення до справжніх рівнів ризику ЗНОС треба негайно змінити означений статус.

Це можливо зробити завдяки системі підтримки прийняття рішень (СППР) на наступний черговий крок реагування на зміни тенденцій у часових рядах поточних й прогнозних ситуацій. Запропоновані засоби ГАУ процесами забезпечення на борту СГМ функціональної стійкості СДС за умов загрозливих дій ЗНОС насамперед оцінює спектр вимог та відповідно до таблиці 1 раціональний розподіл функцій, які витрачають наявні ресурси за таким переліком.

TESIMFO, (1)

де T – time scale - унікальний час тривалості дискретної затримки чи реалізації активної силової дії, наслідки якої достовірно обґрунтовані визначеним інтервалом;

E – energy substantial – енергія у будь-яких гетерогенних формах активного застосування відповідних силових дій у межах наявних запасів потенціалів за потреб цільової генерації від генераторів та накопичувачів;

S – substance subject – субстанційний агрегат чи об'єкт суб'єкта ергатичної системи ієрархічного комплексного управління з використанням для оперативних дій декількох СППР;

I – information (data, news, code, command, signal та інші) форми існування інформаційних систем з розгалуженими засобами, які реалізують інформаційні (комп'ютерні, мікроконтролерні, електронні) технології вимірювання, формування, передачі, сприйняття перетворення, обробки, моделювання, прогнозування, випробування, прийняття рішень та їх

цілеспрямована реалізація у різноманітних гетерогенних формах управління СДС;

М – material substratum – матеріал природної конструктивної форми існування конкретного носія (компонент – елемента, конструкції, агрегата, комплексу, цілісної СДС), що забезпечує явний прояв цільової дії, роботи, формотворення у ПЧК;

F – finances scale – фінансові процеси у різноманітних ринкових формах реалізації обмінів продуктами (ESIM) товарами (TESIMF), послугами (TESIMFO) між відповідними ієрархічними рівнями АПК, АВІР, ПЕВО, ГАУ СГМ, які разом забезпечують якісне, цільове та ефективне функціонування механізованих, автоматизованих та інтелектуалізованих агротехнологій у життєвих циклах тривалих сівозмін та отримання врожаїв;

O – organization substantive – організація реальних комунікаційних зв'язків між технічними, технологічними, ергатичними, інтелектуальними складовими СДС, які необхідні й достатні для чисельних ПЕВО, щоб забезпечувати синергатичні форми існування життєвих циклів функціонально стійкого агровиробництва за умов поточного ризикованого землеробства під дією факторів ЗНОС.

Вищенаведені символічні ознаки категорійних понять первинних семи видів ресурсів, у табл. 1 представлені у двох формах базового визначення та похідної чи інтегро-диференціальної алгебраїчної функції у єдиному ПЧК СДС. Ці обидві форми дозволяють у межах символічно означеного кожного виду ресурсу розпізнавати три різні розмірності: лінійна, поверхнева, об'ємна. Прагматика й семантика агротехнологій вимагає окремо розраховувати витрати всіх ресурсів, які нормовані на одиницю: довжини (рядка, шляху, траєкторії; площі (смуги, ділянки, поля); об'єму (газу, рідини, твердих тіл). Завдяки табл. 1 описано $7 \times 2 \times 6 = 42$ категорійних фундаментальних понять, які можна візуалізувати на двовимірній площині з двома ортогональними осями L^s та T^s , які перетинаються у $L^o T^o$ спільній точці нульового околу обраної системи координат ПЧК.

Відповідно до робіт Р.О. ді Бартіні [10, 11] відомі фізичні змінні гетерогенних процесів (одночасно й параметри моделі подібного об'єкта) можливо визначити уніфіковано у вигляді алгебраїчного добутку лише двох аргументів:

$$K^d = [L^s \times T^s]_d = L^s T^s, \quad (2)$$

де d – мірний компактний комплекс відображає степеневі/цілочисельні залежності для S – просторово подібної протяжності та S – чашоподібної взаємодії (чи відсутності її) у певному локальному та обмеженому просторі конфігурацій, які описані у цій розмірній формі [11-13].

Запропонований компактний комплекс K^d формується [10,11] за таких алгебраїчних умов чисельних значень показників ступенів

$(S, S) \in \{-6, -5, -4, -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3, +4, +5, +6\}$ зі збереженням симетрії натурального ряду чисел навколо спільного нульового елемента (Рис.1). Фактичне унікальне значення інтегрованого показника d визначається, як позначено в таблиці 1 відповідно до алгебраїчного складання:

$$d = S + S, \quad (3)$$

де $d = \{-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3\}$ за умов протилежних знаків для індексних (S та S) складових точкових понять у 7-вимірному просторі їхніх цілечисельних значень.

Точкова модель у вигляді $L^S T_d^S$ дозволяє гетерогенний конкретний об'єкт задавати у метричному просторі за умов (3) тензорами або алгебраїчними функціями (приклади дивись у табл. 1) координат даної точки чи формулами побудови з більш відомих елементів [5-9]. Відповідно до топологічних відношень, на рис.1, у цій роботі подано приклади формування похідних понять на базі фундаментальних спектрів, побудованих з інтегро-диференціальних споріднених понять (1), (2), (3) та табл.1.

Висновки

У межах міжнародної глобалізованої системи техніко-технологічного регулювання з метою забезпечення функціональної стійкості агровиробництва продукції рослинництва за ризикованих впливів ЗНОС зростає роль інтелектуалізації знань стосовно охорони життя прогнозу тенденцій розвитку подій, систем випробування сільськогосподарської техніки, систематизації та стандартизації ресурсоощадних та енергоефективних технологій.

1. Об'єктивність, достовірність, прецизійність даних стосовно опису, моделювання, прогнозу та випробування майбутніх техніко-технологічних рішень можливі на базі двопараметричної метризації різноманітних форм, процесів, явищ в уніфікованому просторово-часовому континуумі.

2. Поліноміальна степенева форма метризації базового ресурсного забезпечення за семи видами символізації (TESIMFO) дозволяє більш детально у двох формах та за трьома базовими напрямками характеризувати основні функції та алгебраїчні похідні поліноміальних інтегралів у межах спектра інтегро-диференціальних споріднених понять АВПР.

3. Запропонована метризація з 46 понять за рахунок алгебраїчних символічних відношень забезпечує виключення помилок, похибок і колізій під час проектування, випробування та розроблення техніко-технологічних рішень інноваційних технологій АВПР. Розмірність і подібність символічних понять-категорій дозволяє підвищити ефективність засобів контролю,

діагностики та синергетичної верифікації під час пошуків запобігання відмов та забезпечення стійкості АПВ у невизначеному глобалізованому ЗНОС.

Література

1. Кравчук В.І. Актуальні аспекти розвитку агроінженерної науки в контексті євроінтеграції / В.І Кравчук// Техніка і технології АПК.- 2015- №1- с. 5-9.

2. Кравчук В.І. Біосфера та агротехнології: Інженерні рішення / В.І Кравчук, А. Кушнар'юв, В.Таргоня, М.Павлишин, В. Гусар; за редакцією В.І Кравчука// Міністерство аграрної політики та продовольства України; УкрНДІПВТ ім. Л. В. Погорілого.- Дослідницьке, 2015.- 239 с.

3. Кравчук В.І. Динаміка оновлення технічних засобів у сільгоспвиробництві України протягом 2004-2013 рр. Та прогноз на 2015-2018 рр./ В.І. Кравчук, М. Павлишин, В. Гусар, А. Бурилко//Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: зб.наук.праць УкрНДІПВТ ім. Л,В, Погорілого.- 2014.- вип..18(32).- с.8-18.

4. Кравчук В.І. Науково- випробувальні дослідження – на службу аграріям/ В.І. Кравчук, Т. Бабинець, В. Гусар, Є. Сербій, А. Бондаренко, Я. Козярук, Л. Лисак// Техніко- технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: зб.наук.праць Укр. НДІПВТ ім. Л.В.Погорілого. – Дослідницьке, 2015 - Випр.19(33). – с.3 – 21.

5. Кравчук В.І. Методологія та метрологічні основи функціональної стійкості агровиробництва в умовах ризикованого землеробства/ В.І Кравчук, Г,Л, Баранов, О.М. Прохоренко// Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: Зб.Наук. праць УкрНДІПВТ ім. Л.В. Погорілого.- Дослідницьке, 2015.- Вип..19(33).- с.22-31.

6. Сердюченко Н. Обґрунтування вибору дистанційних інформаційних пре дикторів для побудови регресій них моделей прогнозування врожайності / Н. Сердюченко, М. Новохацький// Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: Зб.Наук.праць УкрНДІПВТ ім. Л.В. Погорілого.- Дослідницьке,2015 – Вип..19(33). – с.364 - 369.

7. Баранов Г.Л. Структурное моделирование сложных динамических систем / Г.Л. Баранов, А.В. Макаров. – К.: Наук. думка, 1986. – 272 с.

8. Кравчук В.І. Процедури системно – аналогового моделювання та ланцюгових технологічних перетворень для ґрунтообробно-посівного агрегата / В.І. Кравчук, Г.Л. Баранов, О. М. Прохоренко// Техніко - технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: Зб. наук.праць Укр. НДІПВТ ім.. Л. В. Погорілого. – Дослідницьке, 2016.- Вип..20(34).- с. 80-93.

9. Кравчук В.І. Теоретичні основи адаптації сільськогосподарських машин (монографія) / В.І. Кравчук – К.: НАУ, 2005. – 208 с.

10. Бартини ди Р.О. Соотношения между физическими величинами / В сб.: Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. - М. Атомиздат, 1996. – с.249-266.

11. Бартини ди Р.О. Множественность геометрий и множественность физик / Р.О. ди Бартини, П.Г. Кузнецов// в сб.: Моделирование динамических систем, Брянск.- 1974.- с. 18-19.

12. Сена Л.А. Единицы физических величин и их размерности / Л.А. Сена. – М.: Наука, 1977.

13. Дружинин В.В. Системотехника / В.В. Дружинин, Д.С. Конторов. – М.: Радиосвязь, 1985. – 200 с.

Аннотация.

Предложена научная концепция фундаментальной метризации ресурсных основ обеспечения функциональной устойчивости агропроизводства продукции растениеводства в условиях рискованного земледелия. Обоснованно аксиоматическое единство размерности и подобия физических измерений базисных процессов агропроизводства. Доказано, что в едином пространственно-временном континууме существуют алгебраические метризованные зависимости между гетерогенными ресурсными средствами эффективного агропроизводства.

Summary.

The scientific concept of fundamental metrication of the resource bases of providing of functional stability of agricultural production of crop production under conditions of risky farming is offered. The axiomatic unity of the dimension and similarity of physical measurements of the basic processes of agricultural production is substantiated. It is proved that in a single spatial-temporal continuum there are algebraic metrical dependencies between heterogeneous resource means of effective agricultural production.

КОНЦЕПЦІЯ СТВОРЕННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ БАГАТОРІВНЕВОЇ СЕРТИФІКАЦІЇ БІОЛОГІЧНИХ ТА БІОЛОГІЗОВАНИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ВИРОБНИЦТВ

В. Крутякова, канд. економ. наук,

В. Бельченко, канд. техн. наук,

ІТІ «Біотехніка» НААН

М. Новохацький, канд. с.-г. наук;

В. Таргоня, доктор с.-г. наук;

ДНУ «УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого»

В. Куянов канд. техн. наук,

В. Маласай канд. техн. наук,

ІПДО НУХТ

Наведена класифікація агротехнологій за інтенсивністю їхнього впливу на агробіоценози. Запропонована концепція створення національної багаторівневої сертифікації біологічних виробництв, яка базується на використанні ценологічного підходу та оцінці комплексного застосуванні біотехнологічних альтернатив.

Встановлено, що для створення державної системи сертифікації у сфері органічного виробництва в Україні необхідно узгодити положення державних адміністративно-правових актів та створити національну багаторівневу систему сертифікації біологічних господарств не тільки для підвищення експортного потенціалу, а й для забезпечення власного населення якісними продуктами харчування, підвищення ефективності біологічного виробництва з одночасним відновленням показників довкілля.

Ключові слова: *біологічне виробництво, система сертифікації, агробіоценози, класифікація агротехнологій.*

Постановка проблеми. Україна займає двадцять перше місце серед світових країн-лідерів органічного руху. Частка сертифікованих органічних площ у загальному обсязі сільськогосподарських угідь України становить майже 0,7%. До того ж Україна займає перше місце в східноєвропейському регіоні щодо сертифікованої площі органічних орних земель, вирощуючи переважно зернові, зернобобові та олійні культури. Проте внутрішнє споживання становить лише десяту частку від загального обсягу виробництва органічних продуктів вітчизняних підприємств. Українські органічні аграрії працюють здебільшого на зовнішній ринок: експорт української біопродукції подолав позначку 500 млн грн [1].

Нині виробництво органічної продукції в країні сертифікується

представниками іноземних компаній, які діють відповідно до стандартів, чинних для країн ЄС, США та ін. В Україні діє близько дванадцяти іноземних структур сертифікації, зокрема таких, як Контрол Юніон (Нідерланди), ІМО (Швейцарія), а також представники Італії, Німеччини, Угорщини, Польщі та ін. З 2009 р. міжнародну акредитацію на право проведення й визнання органічної сертифікації отримала українська структура «Органік Стандарт» (Сертифікат ІФОАМ) [1].

Сертифікація вітчизняних підприємств здійснюється за міжнародними стандартами. При цьому підприємства мають право самостійно вибирати установу для проведення сертифікації.

Сучасна агроекологічна наукова думка виділяє три основні рівні біологізації сільськогосподарського виробництва. Зараз біологізація в основному йде шляхом заміни того чи іншого хімічного препарату на біологічну альтернативу. Це – рівень біометоду. Наступний рівень біологізації – біоконтроль – полягає в насиченні ґрунту і поверхні рослини корисними мікроорганізмами. І, нарешті, третій рівень біологізації – технологія створення стійких ценозів, що виводить нас на абсолютно фантастичні висоти за врожайністю і рентабельністю [2].

Відповідно до основних положень стратегії розвитку виробництва органічної сільськогосподарської продукції, яка була сформована в результаті досліджень, проведених ІПІ «Біотехніка» НААН, визначено, що для України економічно доцільним буде розвиток альтернативного землеробства, однією із складових якого є органічне землеробство, або екологічне чи інтегроване. Останнє базується на принципах органічного землеробства та науково обґрунтованих екологічно безпечних технологіях і потребує надання їй державно-правового статусу, як це зроблено для органічного виробництва у світі. Запропонована стратегія розвитку передбачає багаторівневий принцип виробництва і сертифікації органічної продукції з використанням базових органічних стандартів та стандартів екологічного маркування.

Структуру концепції та базові положення наведено відповідно на рисунку 1 та 2.

Незворотні процеси, які призводять до деградації ґрунтів, зниження їхньої родючості, подальшого збільшення енерговитрат та підвищення рівня забруднення хімічними поллютантами отриманої продукції пов'язані з антропогенною енергією, яка потрапляє через засоби механізації.

Екологічна оцінка будь-яких технічних засобів та технологій, як в промисловості, так і в сільськогосподарському виробництві нині проводиться за кількісними показниками того чи іншого забруднювача (поллютанта), який потрапляє в оточуюче середовище. Нормування кількості таких викидів проводиться шляхом визначення та встановлення гранично допустимих концентрацій (ГДК) шкідливих речовин на робочому місці, у повітрі, воді, ґрунті, продуктах харчування.

КОНЦЕПЦІЯ РОЗВИТКУ ВИРОБНИЦТВА ОРГАНІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ



Рисунок 1 – Структура концепції

Проте, для сільськогосподарського виробництва є характерним комплексний вплив на довкілля шляхом формування та експлуатації спеціалізованих агробіоценозів.

СТРАТЕГІЯ РОЗВИТКУ ВИРОБНИЦТВА ОРГАНІЧНОЇ С.Г. ПРОДУКЦІЇ



Рисунок 2 – Базові положення стратегії

У той же час, як в Україні, так і закордоном, наявні розробки постіндустріального ведення сільськогосподарського виробництва з

використанням мінімізації обробітку ґрунту, біотехнологічних альтернатив для удобрення та біологічного захисту рослин, точного землеробства, мінімізації тиску рушіїв сільськогосподарської техніки на ґрунт тощо, які дозволяють в тій чи іншій мірі зменшити негативний антропогенний вплив сільськогосподарського виробництва на довкілля з одночасним зменшенням енергетичних і матеріальних витрат та підвищенням якісних показників отриманої продукції.

До цього часу сертифікація біологічних виробництв не передбачала екологічне оцінювання агротехнологій за їх комплексним впливом на агробіоценоз. Особливістю запропонованого методичного підходу є використання класифікації агротехнологій за інтенсивністю їхнього впливу на агробіоценози. Тобто, відповідність агротехнологій, які застосовуються для біологічного виробництва заздалегідь встановленому типу технології за загальними описовими характеристиками є однією з вимог для проходження сертифікації.

Класифікація агротехнологій за інтенсивністю їхнього впливу на агробіоценози наведена на рисунку 3.

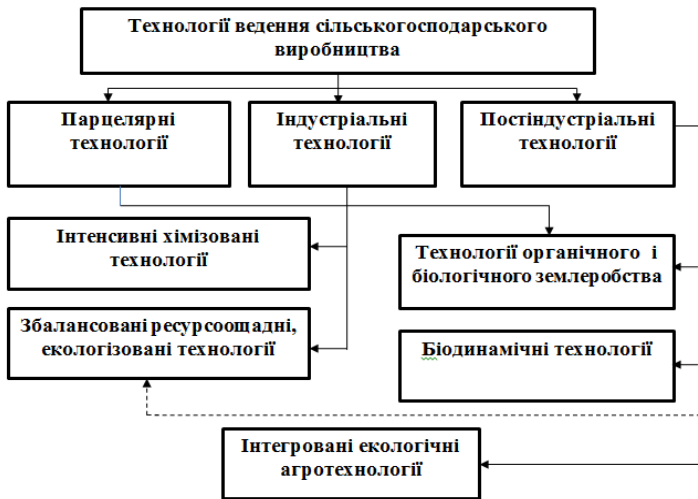


Рисунок 3 – Класифікація агротехнологій за інтенсивністю їхнього впливу на агробіоценози

З точки зору екології всі відомі та можливі технології виробництва біологічної продукції запропоновано класифікувати за принципом впливу на агробіоценоз [4-5], а саме:

– технології органічного землеробства на основі повернення до старих відомих агротехнологій, які не передбачають використання будь-яких

агрохімікатів. Апологети індустріальних агротехнологій оцінюють такі агротехнології під девізом «назад в печери». Таким агротехнологіям притаманні низькі врожаї, довгий період відновлення природної мікробіоти ґрунту;

- біодинамічні технології інтенсивного впливу на окремі ланки трофічного ланцюга (ґрунтозахисні технології мінімізації обробітку ґрунту, заміна агрохімікатів на природні біологічні аналоги, використання біологічно активних органічних добрив тощо). Такі технології мають певні переваги над вищевказаними, але вплив на одну або частину ланок трофічного ланцюга не дозволяє досягти бажаного ефекту;

- інтегровані екологізовані агротехнології, які передбачають інтенсивний вплив на всі ланки трофічного ланцюга агробіоценозу шляхом комплексного науково обґрунтованого включення в нього біотехнологічних техноценозів виробництва біогумусу, ентомологічних і мікробіологічних препаратів захисту рослин, мікробіологічних добрив на фоні повної відмови від застосування агрохімікатів.

В умовах, що склалися нині в Україні, стратегія системи сільськогосподарського природокористування має передбачати:

- формування високопродуктивних і екологічно стійких агроландшафтів;

- гармонійне поєднання механізму дії економічних законів і законів природи в межах території з урахуванням лімітуючих чинників навантаження на сільськогосподарські угіддя, біологічні ресурси та ландшафти;

- впровадження вимог щодо екологічної безпеки в системі сільськогосподарського природокористування;

- забезпечення розширеного відтворення родючості ґрунтів шляхом формування та реалізації системи ґрунтозахисних природоохоронних заходів;

- формування механізму економічної, адміністративної та кримінальної відповідальності сільськогосподарських природокористувачів за порушення екологічних вимог;

- розроблення природоохоронних заходів на основі вимог міжнародного законодавства та підвищення його ролі в практиці сільськогосподарського природокористування;

- створення системи економічних стимулів виробництва екологічно чистої сільськогосподарської продукції на основі технологій біологічного землеробства;

- підтримання сприятливого в екологічному відношенні довкілля, інфраструктури та умов для праці, відпочинку і фізичного розвитку сільського населення;

- виведення з користування малопродуктивних сільськогосподарських угідь, насамперед – у регіонах з високою розораністю земель.

Запропонована багаторівнева національна система сертифікації на відміну від існуючих міжнародних аналогічних систем, які за своєю суттю є

добровільними угодами, результатом досягнення певного консенсусу споживачів та виробників товарів і послуг, встановлює обов'язкові вимоги, що повинні бути використані для державного регулювання біологізованого та екологізованого виробництва якісної продукції для внутрішнього споживання. Такий підхід використовується у більшості країн з розвинутою економікою.

Національна система сертифікації, як в перехідний, так і в функціональні періоди, передбачатиме такі рівні:

- Експортний рівень (відповідність усім вимогам органічного законодавства ЄС або (і) вимогам країн або фірм-імпортерів);
- Біодинамічний рівень (додаткове використання відповідно сертифікованих біотехнологічних альтернатив на окремих ланках трофічного ланцюга);

- Рівень інтегрованого екологізованого виробництва (відповідність технологічного процесу вимогам відновлення малого колообігу речовин, використання технологій санації та (або) вилучення фонових забруднень).

Кожен із запропонованих рівнів може мати відповідні підрівні:

- Сертифікація окремого виробничого процесу;
- Сертифікація технологічно ув'язаних виробничих процесів;
- Сертифікація повномасштабного біологічного сільськогосподарського виробництва, яке включає всі складові (рільництво, кормовиробництво, тваринництво, переробка, виробництво біологічно активних добрив, ентомологічних та мікробіологічних препаратів захисту рослин тощо).

Встановлені рівні вітчизняної сертифікації господарств у залежності від технологічного і екологічного навантаження та профілю господарств планується використати для розробки методики багаторівневої сертифікації органічних виробництв (табл. 1).

Таблиця 1 – Рівні національної системи сертифікації біологічних агровиробництв

1 Експортний рівень	2 Біодинамічний рівень	3 Рівень інтегрованого екологізованого виробництва
Відповідність усім вимогам органічного законодавства ЄС або (і) вимогам країн або фірм-імпортерів	Додаткове використання відповідно сертифікованих біотехнологічних альтернатив на окремих ланках трофічного ланцюга	Відповідність технологічного процесу вимогам відновлення малого колообігу речовин, використання технологій санації та (або) вилучення фонових забруднень

Багаторівнева система сертифікації біологічних та біологізованих виробництв повинна містити такі складові:

Об'єкти сертифікації:

– Продукція;

– Витратні матеріали:

1. Посівний та посадковий матеріал (види, сорти, гібриди тощо);

2. Біологічно активні органічні добрива (біогумус, компост тощо);

3. Мікробіологічні та ентомологічні препарати захисту рослин;

4. Мікробіологічні добрива (азот фіксуючі, фосфат мобілізуючі біопрепарати, деструктори, ЕМ-препарати тощо);

– Агроландшафт :

1. Грунт (родючість, вміст поживних речовин, забруднювачів тощо);

2. Наявність фонових антропогенних забруднень;

– Технології виробництва біологічної продукції

1. Технологічні регламенти вирощування біологічної продукції;

2. Біологізовані сівозміни;

3. Технології виробництва і використання біотехнологічних альтернатив;

4. Технології переробки біологічної продукції в біологічні продукти харчування;

Суб'єкти сертифікації:

– Виробник (наявність відповідного обладнання, кваліфікація, вміння та навички працівників тощо);

– Переробник, реалізатор;

– Споживач (контролювання виробництва через громадські організації, ініціативні групи тощо);

– Орган сертифікації;

– Органи оцінки відповідності (акредитації) органу сертифікації;

– Навчальна установа, яка проводить підготовку відповідних кадрів для біологічного виробництва.

Якщо перший рівень сертифікації біологічних господарств уже в тій чи іншій мірі досягнутий шляхом гармонізації та імплементації міжнародних нормативних документів, то наступні два рівні (див. табл. 1) потребують розроблення відповідних нормативних документів.

Висновки. Наразі стан адміністративно-правового та нормативного забезпечення сертифікації є недостатнім для подальшого ефективного впровадження виробництва органічної продукції.

Для створення державної системи сертифікації у сфері органічного виробництва в Україні необхідно узгодити положення державних адміністративно-правових актів та створити національну багаторівневу систему сертифікації біологічних господарств не тільки для підвищення експортного потенціалу, а й для забезпечення власного населення якісними продуктами харчування, підвищення ефективності біологічного виробництва з одночасним відновленням показників довкілля.

Література

1. Принципи сертифікації виробництва сільськогосподарської продукції в Україні / [Л.І. Моклячук, А.М. Ліщук, Ю.О. Зацарінна, О.А. Слободенюк]; AGROECOLOGICAL JOURNAL , № 2, 2013, – С. 12-16.
2. Необходимость и возможность смены агротехнологического уклада [Електронний ресурс]. – Режим доступу до матеріалу: <https://regnum.ru/news/-economy/2254509.html>.
3. Довідник міжнародних стандартів для органічного агровиробництва / Навч.-коорд. Центр сільськогосподарських дорадчих служб; [За ред. М.В. Капшика, О.О. Котирло]. – К.: СПД «Горобець Г.С.», 2007. – 356 с.
4. Біосфера та агротехнології: інженерні рішення: навчальний посібник / [В. Кравчук, А. Кушнар'єв, В. Таргоня, М. Павлишин, В. Гусар]; Міністерство аграрної політики та продовольства України: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. – Дослідницьке, 2015. – 239 с.
5. Методологічні основи екологічної експертизи сільськогосподарської техніки та технологій (В.С.Таргоня, М.Л.Новохацький, В.В.Куянов, Н.М.Сердюченко, Н.М.Негуляєва) //Агроекологічні, соціальні та економічні аспекти створення й ефективного функціонування екологічно стабільних територій : колективна монографія за ред. П.В. Писаренка, Т.О. Чайки, О.О. Ласло. – П. : Видавництво «Сімон», 2016. – 230 с. (С. 142-156).

Аннотація

Приведена класифікація агротехнологій по інтенсивності їх впливу на агробіоценози. Предложена концепція створення національної багаторівневої сертифікації біологічних виробств, заснована на використанні цінологічного підходу і оцінці комплексного застосування біотехнологічних альтернатив.

Установлено, що для створення державної системи сертифікації в сфері органічного виробництва в Україні необхідно узгодити положення державних адміністративно-правових актів і створити національну багаторівневу систему сертифікації біологічних господарств не тільки для підвищення експортного потенціалу, але й для забезпечення власного населення якісними продуктами харчування, підвищення ефективності біологічного виробництва і одночасним відновленням показників навколишнього середовища.

Summary

The resulted classification of agrotechnologies on intensity of their influence on agrobiocenoses. The proposed concept of creating a national multi-level certification of biological production, based on the use of the pricing approach and evaluation of the integrated application of biotechnological alternatives. It is established that in order to create a state certification system in the field of organic production in Ukraine, it is necessary to harmonize the provisions of state

administrative legal acts and create a national multi-level certification system for biological farms, not only to increase export potential, but also to provide its own population with quality food products, improve the efficiency of biological Production with simultaneous restoration of environmental indicators.

УДК 631.51:549.8

ДО ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ ПЕРЕХІДНОГО ПЕРІОДУ СТАНОВЛЕННЯ БІОЛОГІЧНИХ АГРОВИРОБНИЦТВ

М. Новохацький, канд. с.-г. наук;

В. Таргоня, доктор с.-г. наук;

Н. Негуляєва, канд. с.-г. наук;

І. Гусар

ДНУ «УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого»

Наведено результати досліджень агротехнологічних та агроекологічних показників ґрунту залежно від технологій його обробітку та часу припинення застосування агрохімікатів або їх заміни біотехнологічними альтернативами.

Проведено оцінювання екологічного стану сільськогосподарських угідь науково-випробувального полігону з використанням високочутливих екзогенних і ендогенних біоіндикаторів та цитогенетичних методів досліджень. Встановлено позитивний вплив мінімізації обробітку ґрунту.

Комплексне застосування агротехнологічних рішень з мінімізованим обробітком ґрунту та використання біотехнологічних альтернатив запропоновано як один з можливих та перспективних методів кардинального зменшення перехідного періоду до біологічного виробництва.

Ключові слова: *біологічне агровиробництво, системи обробітку ґрунту, вміст вуглецю, емісія парникових газів, перехідний період.*

Постановка проблеми. Усе більшої популярності у світі набирає продукція органічного походження. Причиною цього є щодалі зростаюча різниця між якістю та рівнем безпеки продуктів, які виробляються сьогодні, і сертифікованими органічними продуктами. Адже, органічними можуть бути лише ті продукти, які вироблені відповідно до затверджених правил (стандартів), а виробництво пройшло процедуру сертифікації в установленому порядку. Незважаючи на те, що Україна посідає 21 місце серед світових країн-лідерів органічного руху подальший стрімкий розвиток органічного виробництва в країні сповільнює незавершеність створення законодавчої та нормативно-правової бази державної політики у сфері органічного виробництва, зокрема і формування національної системи сертифікації [1].

Державна політика у сфері виробництва та обігу органічної продукції (сировини) спрямована на створення сприятливих умов для:

- розвитку конкурентоспроможного, вискоелективного ведення

сільського господарства за допомогою виробництва органічної продукції (сировини);

- збільшення експорту органічної продукції;
- розвитку внутрішнього ринку органічної продукції та задоволення потреб споживачів в асортименті органічної продукції [2].

Відповідно до чинних вимог господарство, яке претендує на право вирощування біологічної продукції повинне, пройти перехідний період до 5 сезонів. У цей період значно знижується врожайність, господарство несе збитки. Тому пошук технологічних рішень скорочення перехідного періоду завдяки використанню раціональних агрооперацій та біотехнологічних альтернатив є актуальним.

Мета досліджень. Прискорення впровадження у виробництво біологічних агротехнологій через зменшення перехідного періоду завдяки використанню мінімізації обробітку ґрунту і припиненню використання агрохімікатів.

Методи та матеріали досліджень. У рамках вказаної проблеми досліджувались прямі та опосередковані агротехнологічні та агроекологічні показники ґрунту залежно від технологій його обробітку та часу припинення застосування агрохімікатів або їх заміни біотехнологічними альтернативами.

Дослідження зміни вмісту гумусу в ґрунті залежно від системи обробітку було проведено на п'ятипільній зерновій сівозміні (20 дослідних полів по 7,5 га) науково-випробувального полігону УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. Нормативний документ: ДСТУ 4289:2004 «Методи визначення органічної речовини» [3].

Для побудови моделі впливу глибини обробітку ґрунту на емісію CO₂ було використано дані досліджень (D.C. Reicosky, D.W. Archer, 2006) [4], а також методику оцінки емісії парникових газів у сільськогосподарському виробництві [5].

Оцінку екологічного стану сільськогосподарських угідь науково-випробувального полігону проведено з використанням високочутливих екзогенних і ендогенних біоіндикаторів та цитогенетичних методів досліджень, які розроблено у відділі цитоекології Інституту проблем природокористування та екології НАН України (А.І. Горова, 1996,2010) [6, 7]. Отримані цитогенетичні параметри використовують для оцінювання якості ґрунтів і екологічної ситуації загалом.

Ендогенну біоіндикацію якості навколишнього середовища на території, яка тестується, проводилась на основі визначення стерильності пилку різних видів рослин-представників місцевої флори (мак дикий, сокирки польові, осот рожевий, ромашка польова, кульбаба лікарська, берізка польова, гречка звичайна, еспарцет віколистний).

Для оцінки мутагенності ґрунтів використовувався екзогенний біоіндикатор – цибуля-батун, насіння якого пророщували на зразках ґрунтів в чашках Петрі в термостаті при t° = 24°C. За контроль брали дистильовану

воду. За досягнення довжини корінця 1,0-1,5 см проводили фіксацію проростків за Карнуа і фарбували їх за Фельгеном з попереднім гідролізом в 1N HCl при 60°C. Потім виготовляли давлені препарати, на яких під мікроскопом зі збільшенням 15×60 або 15×90, вираховують меристематичні клітини, зокрема клітини, які знаходились у різних фазах мітозу (профаза, метафаза, анафаза і телофаза) та абераційні хромосоми. На базі отриманих даних вираховували мітотичний індекс і частоту хромосомних аберацій.

Виклад основного матеріалу дослідження. Результати досліджень зміни вмісту гумусу в ґрунті залежно від системи обробітку наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Результати досліджень змін вмісту вуглецю у ґрунті залежно від системи обробітку ґрунту

Система обробітку ґрунту	Вміст гумусу в ґрунті, %		ΔС, %
	19.03.2014 р.	28.04.2016 р.	
Традиційна	1,82±0,20	1,80±0,10	0,02
Консервувальна	1,91±0,11	2,14±0,20	0,23,
Мульчувальна	1,95±0,15	2,60±0,25	0,65
З елементами mini-till	2,05±0,20	2,44±0,20	0,39

Шляхом кібернетичного симулювання, використовуючи результати досліджень змін вмісту вуглецю у ґрунті залежно від системи обробітку ґрунту в 2014 і 2016 р. нами розроблено наближений прогноз подальших змін вмісту вуглецю. У якості еталонного вмісту було взято максимально наявне у виробничих умовах науково-випробувального полігону УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого найбільше значення 4,5% гумусу (2,61% вуглецю).

Побудовані прогностичні математичні моделі наведено на рисунках 1-3.

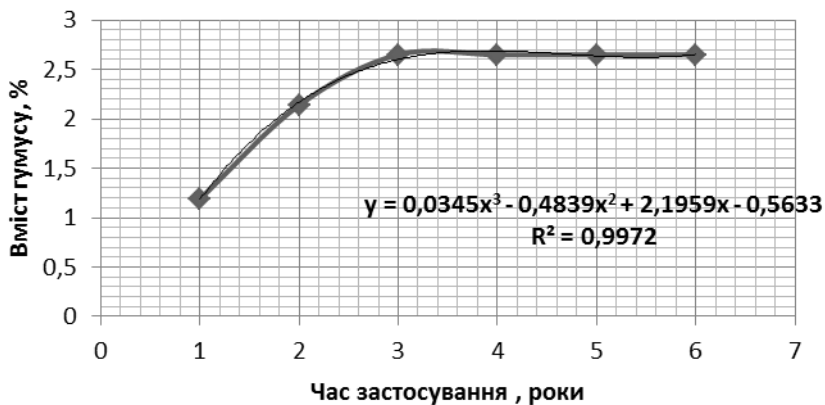


Рисунок 1 – Залежність вмісту вуглецю у ґрунті від часу застосування консервувальної системи обробітку ґрунту

Як видно з результатів проведених досліджень, новітні енергоощадні технології обробітку ґрунту дозволяють у виробничих умовах відновлювати вміст вуглецю в ґрунті.

Позитивний вплив мінімізації обробітку ґрунту також підтверджує модель впливу глибини обробітку на емісію CO₂ (рис. 4).

Результати цитологічних досліджень з визначення екологічного стану довкілля та мутагенності зразків ґрунту наведено в таблицях 2 і 3.

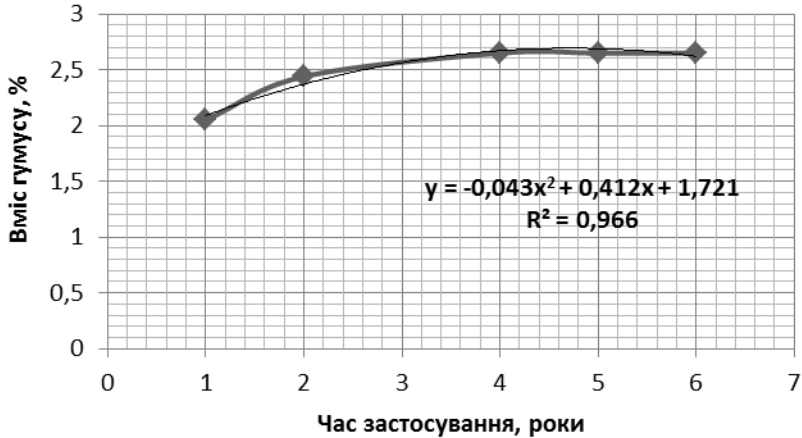


Рисунок 2 – Залежність вмісту гумусу у ґрунті від часу застосування обробітку ґрунту з елементами mini-till

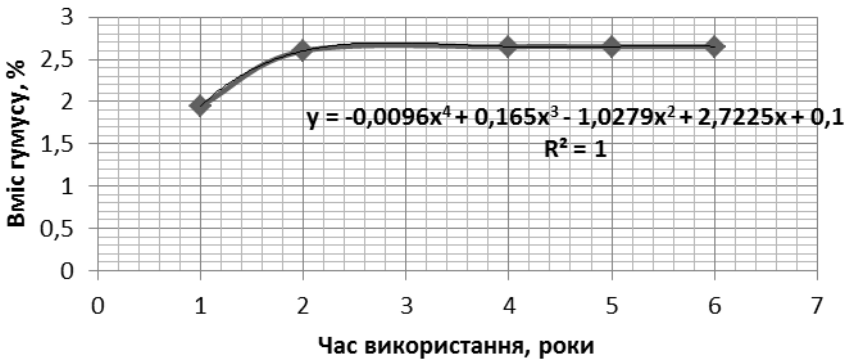


Рисунок 3 – Залежність вмісту гумусу у ґрунті від часу застосування мульчувальної системи обробітку ґрунту

Наведені дані свідчать про те, що значення стерильності пилку рослин, які проростають на території, яка тестується, змінюються від 1,0 до 21,2%, а враховані за ними умовні показники пошкодженості біооб'єктів з обліком їхньої чутливості до дії шкідливих екологічних факторів – від 0,03 до 0,40. Середнє значення інтегрального показника пошкодженості біосистеми склало 0,26. Це свідчить про те, що в регіоні досліджень рівень пошкодженості біосистем –«нижче-середнього», їхній стан і стан середовища за токсичним фоном –«насторожувальний», а екологічна ситуація оцінюється як «задовільна».

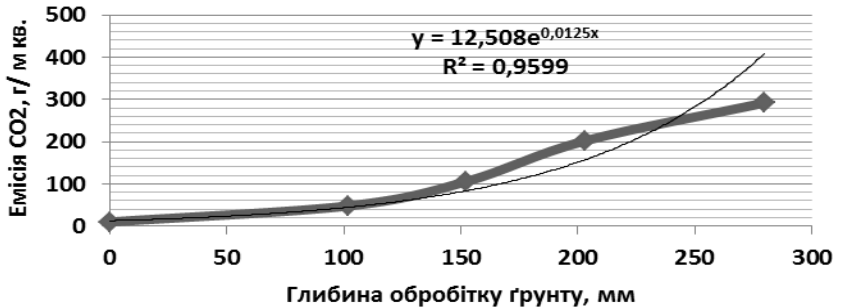


Рисунок 4 – Залежність емісії CO₂ від глибини обробітку ґрунту

Дані про зміни значень частоти хромосомних аберацій у клітинах індикаторної культури (цибуля-батун), вирощеної на зразках ґрунтів, відібраних на варіантах дослідження, свідчать про те, що їх мутагенна активність змінюється від 1,83 до 5,47%, а значення частоти хромосомних аберацій – 0,01-0,21.

Таблиця 2 – Біоіндексація загальної токсичності території за стерильністю пилку рослин – біоіндикаторів

Біоіндикатор	Стерильність пилку, %	УПП
Мак дикий	16,5±1,7	0,39
Сокирки польові	10,6±0,97	0,33
Осот рожевий	6,3±0,76	0,19
Ромашка польова	3,3±0,56	0,33
Кульбаба лікарська	3,5±0,58	0,32
Берізка польова	5,2±0,40	0,24
Фіалка триколірна	8,6±0,89	0,26
Еспарцет віколистний	8,8±0,89	0,27
Гречка звичайна	10,4±0,96	0,18
Мильнянка лікарська	21,2±1,29	0,40
Гіпсофіла пучкова	8,3±0,87	0,25
Суріпиця звичайна	1,0±0,30	0,03
n=12		сер. 0,26

Таким чином, досліджувані зразки ґрунту мають задовільний екологічний стан, про що свідчать низькі рівні токсичності та мутагенності, які були установлені методами біоіндикації за цитогенними показниками.

Таблиця 3 – Біоіндикація загальної токсичності та мутагенності ґрунтів за варіантами дослідів

Найменування показника	Значення показника				
	1	2	3	4	5
Час припинення використання агрохімікатів, роки					
Мітотичний індекс, ‰	152,0±15,0	129,0±13,0	128,0±13,0	109,0±11,0	98,0±9,0
Частота хромосомних аберацій, ‰	5,47±0,72	3,40±0,57	3,67±0,51	2,33±0,31	1,83±0,42
Мітотичний індекс, УПП	0,42	0,31	0,12	0,11	0,00
Частота хромосомних аберацій, УПП	0,21	0,1	0,06	0,04	0,01

Шляхом кібернетичного симулювання, використовуючи результати (їх повна відсутність або заміна на біотехнологічні альтернативи) нами досліджень біотестів різних за часом обмежень використання агрохімікатів розроблено наближений прогноз періоду переходу до можливого біологічного виробництва на дослідних полях. За еталонні взяли землі урочища Гопаца, які останні 30 років було вилучено з інтенсивного обробітку. За допустиму межу було взято значення шкали оцінки екологічного стану об'єктів навколишнього середовища за токсико-мутагенною ситуацією (Горова А.І., 1996).

Побудовані прогностичні математичні моделі наведено на рисунках 5 і 6.

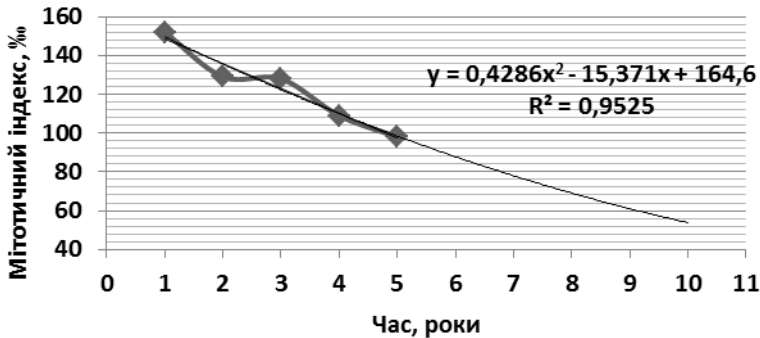


Рисунок 5 – Залежність мітотичного індексу від часу припинення використання агрохімікатів

Як свідчать результати досліджень (рис. 5 і 6), уже через 2-3 роки припинення використання агрохімікатів або перехід на використання їхніх

біотехнологічних альтернатив дозволяє досягти найбільш жорстких вимог щодо екологічного благополуччя. Це можна пояснити не тільки і стільки високою агрокультурою дослідних полів, а й дефіцитом в останні роки мінеральних добрив та пестицидів, що вимагало пошуку альтернатив.

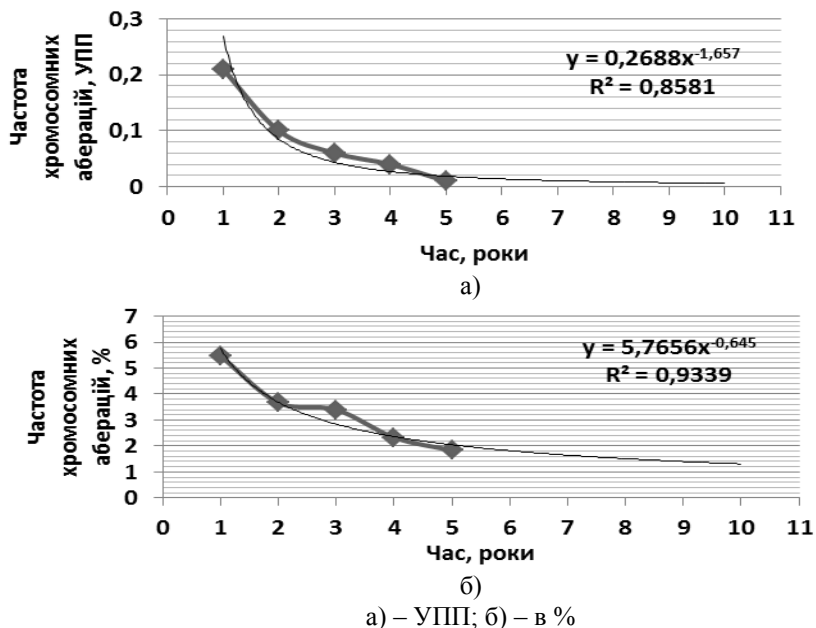


Рисунок 6 – Залежність частоти хромосомних аберацій від часу припинення використання агрохімікатів

Висновки.

1. Одним з можливих та перспективних методів кардинального зменшення перехідного періоду до біологічного виробництва є комплексне використання агротехнологічних рішень з мінімізованим обробітком ґрунту та використання біотехнологічних альтернатив.

2. Оцінка екологічного стану сільськогосподарських угідь з використанням високочутливих екзогенних і ендогенних біоіндикаторів і цитогенетичних методів досліджень на практиці дозволяє однозначно визначити придатність конкретних земель для вирощування біологічної продукції, а також виявити порушення технологій та скласти прогноз можливості подальшого використання.

Література

1. Принципи сертифікації виробництва сільськогосподарської продукції в Україні / [Л.І. Моклячук, А.М. Лішук, Ю.О. Зацарінна, О.А. Слободенюк];

AGROECOLOGICAL JOURNAL , № 2, 2013, – С. 12-16.

2. Закон України про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2014, № 20-21, ст.721) (Із змінами, внесеними згідно із Законом № 191-VIII від 12.02.2015, ВВР, 2015, № 21, ст.133).

3. ДСТУ 4289:2004 «Методи визначення органічної речовини», К.: Держспоживстандарт України, 2004.

4. Moldboard plow tillage depth and short-term carbon dioxide release (1 USDA-Agricultural Research Service, North Central Soil Conservation Research Laboratory, 803 Iowa Ave., Morris, MN 56267, United States Received 2 February 2006; received in revised form 16 June 2006; accepted 10 July 2006 [Електронний ресурс]. – Режим доступу до матеріалу: <https://naldc.nal.usda.gov/download/14674/PDF>

5. Methodology for calculating sequestration of greenhouse gases. Competitive work United Nations. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до матеріалу: http://ji.unfccc.int/JI_Projects/DB/WUYJ19KHZ435LL6D9FZYND-NNQTV0BL/PublicPDD/ZOLG5YEUQNC4B5ZVW48GHFB2GIEU/view.html

6. Моніторинг довкілля: підручник / [В.М. Боголюбов, М.О. Клименко, В.Б. Мокін, Т.А. Сафранов, А. І. Горова, В. А. Прилипко, О.М. Адаменко, Л.М. Полетаєва, О.М. Картавцев]; під ред. В.М. Боголюбова. [2-е вид., перероб. і доп.]. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 232 с.

7. Гороява А.И., Бобырь Л.Ф. Методологические аспекты оценки мутагенного фона и генетического риска для биоты и человека от действия мутагенных экологических факторов / А.И. Гороява, Л.Ф. Бобырь, Т.В. Сковрцова [и др.]. // Цитология и генетика. – 1996. – № 6 (30). – С. 78–86.

Аннотация

Приведены результаты исследований агротехнологических и агроэкологических показателей почвы в зависимости от технологий ее обработки и времени прекращения применения агрохимикатов или их замены биотехнологическими альтернативами.

Проведена оценка экологического состояния сельскохозяйственных угодий научно-испытательного полигона с использованием высокочувствительных экзогенных и эндогенных биоиндикаторов и цитогенетических методов исследований. Установлено положительное влияние минимизации обработки почвы.

Комплексное использование агротехнологических решений по минимизированным обработкам почвы и использование биотехнологических альтернатив предложено как один из возможных и перспективных методов кардинального уменьшения переходного периода к биологическому производству.

Summary

The results of research of agrotechnological and agroecological indicators of soil are given depending on the technologies of its processing and the time of stopping the application of agrochemicals or their replacement with biotechnological alternatives.

An assessment of the ecological state of agricultural lands in a scientific and test site was carried out using highly sensitive exogenous and endogenous bioindicators and cytogenetic research methods. A positive effect of minimizing tillage has been established.

The integrated use of agro-technological solutions for minimized soil cultivation and the use of biotechnological alternatives is proposed as one of the possible and promising methods of drastically reducing the transitional period to biological production.

ЗАХОДИ З АДАПТАЦІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА УКРАЇНИ ДО КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН

Н. Сердюченко, канд. геогр. наук,

Н. Негуляєва, канд. с.-г. наук,

Р. Душко,

УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого

Сільське господарство є одним із найважливіших секторів економіки України і дуже залежить від змін та коливань клімату. У статті проаналізовано наукові дослідження оцінки змін агрокліматичних ресурсів України в умовах глобального потепління та наведено варіанти можливих стратегій адаптації сільськогосподарського виробництва України до кліматичних змін, які мають принципове значення для визначення набору динамічних варіантів кліматичної політики.

Ключові слова: *зміни клімату, адаптація, сільськогосподарське виробництво, агрокліматичні ресурси*

Суть проблеми. Сільське господарство є одним із найважливіших секторів економіки України і сильно залежить від змін та коливань клімату. Глобальні кліматичні зміни можуть призвести як до зростання потенціалу аграрного сектору України, в разі радикальної адаптації до кліматичних умов, так і до підвищеної нестабільності сільськогосподарського виробництва в цілому.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На думку світових експертів, у майбутньому вплив зміни клімату на сільськогосподарське виробництво країн європейського регіону буде неоднозначним [1-11]. Україна внаслідок вдалого географічного розташування має потенціал до зростання врожаїв зернових сільськогосподарських культур в умовах подальшого потепління [1, 4-5, 7-8], проте зростання кількості та інтенсивності проявів екстремальних погодних умов (особливо посушливих явищ) матиме негативний вплив на агросферу [3-4].

Наукові дослідження оцінки змін агрокліматичних ресурсів за можливих змін клімату, які проведені групою авторів під науковим керівництвом Польового А.М. і опубліковані [5], під час застосування результатів побудови сценаріїв зміни клімату в Україні (відповідно до моделі Лабораторії геофізичної гідродинаміки США – *GFDL-30%*, що моделює відгук на поступове зростання вмісту парникових газів на 30%, як найбільш реалістичний сценарій [7]), показали значні очікувані зміни в показниках агрометеорологічного режиму.

Завданням цього дослідження є виявлення і оцінка можливих стратегій адаптації сільськогосподарського виробництва України до кліматичних змін, що мають принципове значення для визначення набору динамічних варіантів кліматичної політики, які призводять до «уникнення небезпечного антропогенного втручання» (стаття 2 Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату) [10].

Основна частина. Результати наукових досліджень, які проводилися протягом останніх років [4-5, 7, 9-11], дозволяють зробити висновок, що відповідно до сучасних тенденцій та прогностичних оцінок зміни клімату, основними заходами з адаптації сільськогосподарського виробництва в Україні можуть бути такі:

- перегляд політики сільськогосподарських реформ, щоб гарантувати їхню гнучкість до зміни клімату;
- розроблення, вдосконалення та розширення стійких ефективних методів зрошення для забезпечення належного рівня зволоженості ґрунту і зменшення залежності від атмосферних опадів. Надання субсидій для стійкого зрошення;
- підготовка інформації для Міністерства аграрної політики та продовольства України щодо передових практик зрошення. Створення відповідної консультативної системи або органу з метою оптимізації використання водних ресурсів;
- створення сільськогосподарської інфраструктури водопостачання, водойм і водозаборів із використанням досвіду Європейського Союзу в адаптації до зміни клімату [9];
- впровадження вологозберігальних технологій обробку ґрунту в лісостеповій зоні: збереження ґрунтових вод за рахунок використання штучного ґрунтового покриву (плівка, неткані текстильні вироби) або природного ґрунтового покриву (трава/мульча та інші побічні продукти сільського господарства);
- відновлення і розширення зрошення у степовій зоні із використанням водо- та енергозберігальних екологічно безпечних способів та засобів поливу;
- зниження ризику водної та вітрової ерозії сільськогосподарських угідь за рахунок збільшення частки кормових культур на орних землях, засівання травами дрібнодисперсних ґрунтів, модернізації захисних лісових смуг;
- створення і використання нових посухостійких сортів сільськогосподарських культур;
- розширення ареалу вирощування плодкових культур і винограду (внаслідок збільшення термічних ресурсів і пом'якшення зими);
- розширення площ післяжнивних культур (внаслідок збільшення тривалості вегетаційного періоду і сприятливих агрокліматичних умов восени);

- використання у південних районах видів і сортів сільськогосподарських культур з коротким періодом вегетації, що дозволить отримувати по два-три урожаї окремих культур (наприклад, овочевих);

- розвиток тваринництва, зокрема, у лісостеповій зоні (внаслідок покращення кормової бази і зменшення періоду стійлового утримання худоби) та сухостеповій підзоні (за рахунок збільшення площі пасовищ і скорочення площі орних земель);

- розробка ефективних екологічно безпечних засобів захисту рослин внаслідок покращення умов для розвитку шкідників, збудників хвороб, бур'янів [12];

- уточнення спеціалізованих зон насінництва для отримання посівного матеріалу високої якості;

- розробка та розширення програм забезпечення надійних продовольчих поставок як свого роду гарантії на випадок перебоїв з продуктами на місцях; субсидіювання під час вирощування окремих культур, страхування тощо.

У питаннях адаптації технологій вирощування зернових культур до змін клімату рекомендовано таке:

- збільшення питомої ваги озимих культур у структурі посівних площ (очікується стійке збільшення врожайності озимих культур у всіх ґрунтово-кліматичних зонах). Проте оцінка агрокліматичних умов перезимівлі озимої пшениці показала, що значні зміни умов перезимівлі, які відбудуться в умовах реалізації кліматичних сценаріїв (подвоєння вмісту CO₂, та зростання на 30%), вимагають суттєвого перегляду складу вирощуваних сортів озимої пшениці. Очікуються умови, за яких буде спостерігатися часткова або повна відсутність снігового покриву, глибокі довготривалі відлиги, значне скорочення періоду зимівлі. Такі умови перезимівлі потребують упровадження або створення нових сортів озимої пшениці, які будуть характеризуватися меншим (на 50-70 днів) спокоєм у зимовий період, здатністю продовжувати вегетацію за знижених температур, витримувати різкі але раптові зниження температури ґрунту на глибині вузла кушніння до –4...–6°C та будуть мати високу стійкість до негативних температур [5];

- розширення зони вирощування пізніх ярих зернових (внаслідок збільшення теплозабезпечення вегетаційного періоду) та використання пізньостиглих сортів ярих зернових культур (через можливе зниження врожайності ранньостиглих сортів внаслідок скорочення їхнього вегетаційного циклу та пошкодження заморозками на початку вегетації) [13];

- зміщення термінів сівби ярих зернових культур на більш ранні дати, озимих – на більш пізні дати, що забезпечить ефективне використання посівами запасів вологи в ґрунті;

Приміром, для озимої пшениці агрометеорологічні умови осіннього періоду мають визначальне значення для їх перезимівлі і в подальшому – у весняно-літню вегетацію. На підставі оцінки агрокліматичних умов осінньої вегетації озимої пшениці за реалізації сценарію зміни клімату дослідженнями

встановлено, що зміна температурного режиму восени обумовлює необхідність перегляду оптимальних за агрокліматичними умовами термінів сівби цієї культури. Вже за сучасних змін вони повинні зсунутись на 10-15 днів пізніше. Реалізація кліматичного сценарію GFDL-30 % свідчить про те, що оптимальні строки сівби суттєво (до 40-50 днів) відрізняться від сучасних, встановлених науково-дослідними установами, термінів [5]. За умови недотримання переміщення терміну сівби у пізніші строки спостерігатиметься переростання рослин, що призведе до зниження їхньої зимостійкості та зниження врожайності на 15-20 %.

Оптимальні умови розвитку *озимої пшениці* в осінній період будуть складатися, якщо її сівба буде проводитись у терміни, що в подальшому забезпечать рослини достатньою кількістю тепла. Необхідно, аби сума активних температур вище 3°C, яка накопичиться від терміну сівби до припинення вегетації, становила 500-600°C, що дозволить створити 3-6 пагонів кушніня на рослину [5].

Збільшення кількості опадів у зимовий та ранньовесняний періоди, а також пом'якшення температурного режиму, який обумовлює талий або слабо промерзлий стан ґрунту, створить унікальні умови для накопичення вологи в ґрунті до початку весняних польових робіт. Як встановлено під час оцінки агрокліматичних умов весняно-літньої вегетації, це обумовлює й необхідність зміщення термінів сівби *ярого ячменю* на більш ранні строки (на 10-15 днів раніше встановлених оптимальних агрокліматичних строків). При цьому значно покращається агрометеорологічні умови вегетації культури, особливо в період сівба-колосіння.

Сівба ярого ячменю в перші 1-2 дні після настання весняної «стиглості» ґрунту обумовить максимальний урожай у конкретних агрометеорологічних умовах. За затримки з сівбою на 5-10 днів урожай ярого ячменю буде також знижуватись на 15-20% [5].

Оцінка агрокліматичних умов вегетації *кукурудзи* дозволила встановити, що дещо підвищений температурний режим у квітні надасть можливість зсунути оптимальні терміни сівби кукурудзи на 10-15 днів порівняно з встановленими оптимальними агрокліматичними строками [5]. Це дозволить зменшити непродуктивні витрати вологи на випарування, сформувати дружні сходи та більш продуктивно використовувати вологу для формування асиміляційного апарату і росту качана.

Запізнення з термінами сівби на 15-20 днів ставитиме формування врожаю в більшу залежність від умов зволоження другої половини вегетації, які очікуються досить напруженими. У цих умовах слід надавати перевагу гібридам ранньостиглої та середньоранньої груп, які мають менш тривалий вегетаційний період порівняно з середньостиглими та середньо-пізньостиглими групами і продуктивніше використовують вологу для формування врожаю [5, 11, 13].

Відповідно до останніх досліджень IPCC (International Panel of Climate Change) у результаті кліматичних змін, які ми зараз спостерігаємо і відчуваємо, значно зростає імовірність і кількість метеорологічних екстремумів, зокрема посух. Небезпека посухи для сільського господарства є найбільшою оскільки її наслідки можуть призводити до значного пошкодження сільськогосподарських культур та втрат врожаю. Саме тому особливу увагу слід приділити впровадженню ресурсоощадних технологій обробітку ґрунту, щоб звести до мінімуму втрати, викликані посушливими явищами. До ресурсоощадних технологій відносяться технології типу no-till, strip-till, ridge-till у поєднанні з мульчуванням різного характеру [14].

Висновки. Для вирішення проблем сталого сільськогосподарського виробництва, що виникають внаслідок зміни клімату, перед Україною, як і багатьма іншими країнами, постає завдання приймати політику та процедури здійснення необхідних адаптаційних заходів. Безумовно, адаптація загрожує невизначеністю та певними обмеженнями (зокрема бюджетними). Але, опираючись на результати наукових досліджень та приклади з усього ЄС, ми можемо представити низку можливих варіантів адаптації сільського господарства до майбутніх змін клімату, включаючи такі, які не потребують додаткових витрат.

Врахування наведених авторами адаптаційних заходів дозволить використати переваги від кліматичних змін та компенсувати потенційну шкоду для сільськогосподарського виробництва України.

Література:

1. M. Donatelli, G. Duveiller, D. Fumagalli, A. Srivastava, A. Zucchini and all. Assessing Agriculture Vulnerabilities for the design of Effective Measures for Adaption to Climate Change. AVEMAC final report. Luxembourg: Publications Office of the European Union 2012 – 176 pp.
2. Javier Gallego, Costanza Conte, Christoph Dittmann, Josef Stroblmair, Maria Bielza. Mapping Climatic Risks in the EU Agriculture // 101st EAAE Seminar 'Management of Climate Risks in Agriculture', Berlin, Germany, July 5-6, 2007. Agrifish Unit, JRC Ispra, Italy. – 18 pp.
3. Olesen, J.E., T.R. Carter, C.H. Díaz-Ambrona, S. Fronzek, T. Heidmann, T. Hickler, T. Holt, M.I. Mínguez, P. Morales, J. Palutikof, M. Quemada, M. Ruiz-Ramos, G. Rubæk, F. Sau, B. Smith and M. Sykes, 2007: Uncertainties in projected impacts of climate change on European agriculture and terrestrial ecosystems based on scenarios from regional climate models. *Climatic Change*, 81, S123-S143.
4. Impacts of Climate Change Ukraine / Met Office Hadley Centre. 2010 <http://www.climateinfo.org.ua/library/Climate-change-report-Ukraine-eng.pdf>

5. Степаненко С. М., Польовий А. М., Школьний Є. П. та ін. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України : [монографія] / колектив авт.: С. М. Степаненко, А. М. Польовий, Є. П. Школьний [та ін.]; за ред. С. М. Степаненка, А. М. Польового. – Одеса : Екологія, 2011. – 696 с.

6. Болин Б., Деес Б. Р., Ягер Д., Уоррик Р., 1989. Парниковый эффект. Изменение климата и экосистемы, Л., Гидрометеиздат, 357 с.

7. *Україна та глобальний парниковий ефект. Книга 2. Вразливість і адаптація екологічних та економічних систем до зміни клімату.* //За ред. В.В. Васильченка, М.В. Рапцуна, І.В. Трофимової. – Київ: 1998. – 208 с.

8. Сердюченко Н. Оцінювання кліматообумовлених коливань урожайності основних зернових культур в Україні // Збірник праць УкрНДІПВТ 2014. Вип. 18(32). – С. 95-101.

9. Eric E. Massey. Experience of the European Union in Adaptation to Climate Change and its Application to Ukraine. Office of the Co-ordinator of OSCE Economic and Environmental Activities. 2012. 40 p. <http://www.osce.org/ukraine/104019>

10. United Nations (1992) United Nations Framework Convention on Climate Change (United Nations, Geneva), p 25.

11. Adaptation to Climate Change in the Agricultural Sector AGRI-2006-G4-05 / AEA Energy & Environment and Universidad de Politécnica de Madrid. (Report to European Commission Directorate - General for Agriculture and Rural Development). ED05334. Issue Number 1. December 2007. 245 p.

12. Чайка В.М., Бакланова О.Б., Білявський Ю.В. Потепління і прогноз фітосанітарного стану агроценозів України// Зб. Наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства УААН».- Київ, 2009.- С. 56-68.

13. Адаменко Т.И. Как потепление действует на рынок зерна // Зерно. №10, 2008 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.zerno-ua.com/?p=2633>

14. F. William Simmons, Emerson D. Nafziger Soil Management and Tillage / Illinois Agronomy Handbook. pp. 133-142. Available at <http://extension.cropsciences.illinois.edu/handbook/pdfs/chapter10.pdf>

***Аннотація.** Сельское хозяйство является одним из важнейших секторов экономики Украины и сильно зависит от изменений и колебаний климата. В статье проанализированы научные исследования оценки изменений агроклиматических ресурсов Украины в условиях глобального*

потепления и приведены варианты возможных стратегий адаптации сельскохозяйственного производства Украины к климатическим изменениям, имеющие принципиальное значение для определения набора динамических вариантов климатической политики.

Summary. *Agriculture is one of the most important sectors of the Ukrainian economy and is highly dependent on changes and fluctuations in the climate. In this article the scientific researches of the estimation of changes in agroclimatic resources of Ukraine in the conditions of global warming are analyzed and variants of possible strategies of agricultural production adaptation to climate changes are given.*

УДК 681.513

**МОДЕЛЬ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ НОРМОЮ
ВНЕСЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО МАТЕРІАЛУ (МІНЕРАЛЬНИХ ТА
ОРГАНІЧНИХ ДОБРІВ) ЗАЛЕЖНО ВІД АГРОБІОЛОГІЧНОГО
СТАНУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
НАЛЕЖНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО
ВИРОБНИЦТВА**

**О. Броварець, канд. техн. наук, доцент,
Київський кооперативний інститут бізнесу і права**

Сформульовані моделі оптимального керування нормою внесення технологічного матеріалу залежно від агробіологічного стану сільськогосподарських угідь дають можливість забезпечити належну ефективність сільськогосподарського виробництва. Фактором, який визначає вибір тієї або іншої структури посівних площ, є урожайність, яка перш за все залежить від кількості внесення добрив. У розгляданій моделі добрива розподіляються за видами та періодом внесення, тому такі моделі дають можливість максимально врахувати фактори впливу на кінцеву урожайність.

***Ключові слова:** оптимальне керування, норма внесення, технологічний матеріал.*

Постановка проблеми. Збільшення виробництва сільськогосподарських культур досягається інтенсифікацією технологічного процесу вирощування та оптимізацією норми внесення технологічного матеріалу на основі оперативних даних про агробіологічний стан ґрунтового середовища, отриманих від різних технічних систем оперативного моніторингу, що дає можливість створити високопродуктивні агроценози, за умов збереження екологічної безпеки довкілля та підвищення окупності ресурсних і енергетичних витрат. Відхилення від них призводить до погіршення умов вегетації і значних втрат врожаю [1, 2].

Аналіз публікацій за темою дослідження. Останні дослідження вітчизняних та зарубіжних вчених показують, що за умови дотримання вимог правильного виконання всього технологічного циклу вирощування зернових, оптимізації норми керування величиною внесення технологічного матеріалу (мінеральних та органічних добрив) залежно від агробіологічного стану сільськогосподарських угідь, можна забезпечити належну ефективність сільськогосподарського виробництва [1, 2, 3, 4].

Згідно із законом мінімуму Лібіха (закон обмеженого фактора) відносна дія окремого екологічного фактора тим сильніша, чим більше він

наближається, порівняно з іншими екологічними факторами, до мінімуму. За цим законом від речовини, концентрація якої є мінімальною, залежить ріст рослин, величина і сталість їхнього врожаю. Багато в чому Закон мінімуму Лібіха (рис. 1), уточнюється законом толерантності Шелфорда. [1].



Рисунок 1– Реалізація Закону мінімуму Лібіха

Мета досліджень полягає в обґрунтуванні моделі оптимального керування нормою внесення технологічного матеріалу (мінеральних та органічних добрив) залежно від агробіологічного стану сільськогосподарських угідь для забезпечення належної ефективності сільськогосподарського виробництва.

Виклад основного змісту дослідження. *Перейдемо до моделей, призначених для оптимізації розподілення і використання технічного матеріалу (мінеральних та органічних) добрив у масштабі області, країни.* Припустимо, що об'єм виробництва кожного виду добрив відомий. Відома і ефективність (надбавка урожаю) від внесення добрив стосовно зон і культур. Потрібно так розподілити добрива за зонами і культурами, щоб від них отримати максимальний врожай. Сформулюємо найпростішу модифікаційну модель:

$$C = \sum_{j=1}^l \sum_{k=1}^r c_{jk} \cdot x_{jk} \quad (1)$$

За умов:

$$\sum_{i=1}^l \sum_{k=1}^r a_{jk} \cdot x_{jk} - \sum_{s=1}^m \sum_{k=1}^r q_{is} \cdot x_{ks} \leq 0; \quad (2)$$

$$\sum_{k=1}^r x_{sk} = b_s; \quad (3)$$

$$0 \leq x_{jk} \leq Q_{jk}; \quad x_{jkh} \geq 0, \quad (4)$$

де a_{jk} — норма внесення добрив i -го виду для отримання одиниці надбавки врожаю j -ї продукції k -ї зоні;

x_{sh} — кількість добрив s -го виду, внесених в k -й зоні;

b_s — загальна кількість добрив s -го виду;

q_{is} — вміст i -го елемента живлення рослин в одиниці s -го добрива;

c_{jk} — ціна одиниці j -ї продукції в k -й зоні;

x_{jk} — об'єм прибавки урожаю j -ї продукції в k -й зоні, отримуваний завдяки внесенню добрив;

Q_{jh} — максимальна кількість надбавки урожаю j -ї продукції в k -й зоні завдяки внесенню добрив.

Але в цій задачі не враховуються індивідуальні затрати на виробництво одиниці добрив на різних заводах, а також витрати на перевезення добрив. Тому побудуємо модель, в яку разом з ефективним удобренням враховують транспортні витрати на їх доставку від виробника до споживача. Для цього введемо додаткові позначення:

x_{sph} — кількість добрив s -го виду, перевезених із p -го пункту їх виробництва в k -у зону їх споживання;

c_{spk} — витрати на перевезення одиниці удобрення s -го виду із p -го пункту в k -у зону;

b_{sp} — об'єм виробництва добрив s -го виду в p -м пункті.

Тоді модель приймає вигляд:

знайти максимум:

$$C = \sum_{j=1}^l \sum_{k=1}^r c_{jk} \cdot x_{jk} - \sum_{s=1}^m \sum_{p=1}^{r'} \sum_{k=1}^r c_{spk} \cdot x_{spk} \quad (5)$$

За умови:

$$\sum_{j=1}^l \sum_{k=1}^r a_{ijk} \cdot x_{jk} - \sum_{p=1}^{r'} \sum_{s=1}^m x_{spk} \leq 0; \quad (6)$$

$$\sum_{k=1}^r x_{spk} \leq b_{sp}; \quad (7)$$

$$0 \leq x_{jk} \leq Q_{jk}; \quad (8)$$

$$x_{spk} \geq 0. \quad (9)$$

Модифікуючи ці моделі, вводимо додаткові фактори, які так чи інакше впливають на ефективність виробництва і використання добрив. Передусім, необхідно враховувати особливості окремих ділянок сільськогосподарських угідь, спосіб внесення добрив, рівень удобрення ґрунту, кількість добрив на одиницю площі, спосіб транспортування і зберігання добрив, загальний агротехнічний рівень тощо.

Почнемо з найпростішої моделі. Уведемо в базову модель дві важливі умови, які визначають структуру і параметри задачі оптимального

використання промислових ресурсів і сільськогосподарських підприємств (співвідношення галузей землеробства з галузями тваринництва і диференціювання окремих ділянок за агробіологічним потенціалом), тоді модель приймає складнішу і конкретнішу форму.

Знайти максимум:

$$C = \sum_{j=1}^{l'} \sum_{k=1}^r c_{jk} \cdot x_{jk} + \sum_{j=1}^{l'} \sum_{k=1}^r c'_{jk} \cdot x_{jk} + \sum_{j=1}^n c_j \cdot x_j \quad (10)$$

За умови:

$$\sum_{j=1}^{l'} a_{jk} \cdot x_{jk} \leq S_k; \quad (11)$$

$$\sum_{j=1}^{l'} \sum_{k=1}^r a_{ijk} \cdot x_{jk} + \sum_{j=1}^{l'} \sum_{k=1}^r a'_{ijk} \cdot x_{jk} \leq b_i; \quad (12)$$

$$\sum_{j=1}^l \sum_{k=1}^r a_{hj} \cdot x_j - \sum_{l=1}^{l'} \sum_{k=1}^r v_{hjk} \cdot x_{jk} - \sum_{j=1}^{l'} \sum_{k=1}^r u'_{hjk} \cdot x_{jk} \leq D_n; \quad (13)$$

$$\sum_{l=1}^{l'} \sum_{k=1}^r a_{ijk} \cdot x_{jk} \leq \sum_{s=1}^m q_{is} \cdot b_s; \quad (14)$$

$$x'_{jk} - a'_{jk} \cdot x_{jk} \leq 0; \quad (15)$$

$$x_{jk} \geq 0. \quad (16)$$

Позначимо:

l' — кількість галузей землеробства в господарстві;

$l - l'$ — кількість галузей тваринництва;

r — кількість ділянок землі різного агробіологічного стану;

a_{hj} — затрати h -го елемента живлення корму на виробництво одиниці продукції тваринництва (або на голову j -го виду худоби);

$$v_{hjk} = q_{hjk} \cdot d_{jk}; \quad (17)$$

q_{hjk} — вміст h -го елемента живлення в одиниці j -го корму;

d_{jh} — частка j -ї продукції, отриманої на k -й ділянці, яка використовується на корм тваринам;

S_k — площа k -ї ділянки;

a_{jh} — зворотний показник урожайності j -ї культури на k -й ділянці;

a'_{hj} — відношення максимальної надбавки врожаю j -ї культури на k -й ділянці, отриманої завдяки внесенню добрив, до об'єму продукції, отриманої без внесення добрив;

k — номер окремої ділянки (зони), який має особливий показник природної родючості (він характеризує зміну всіх змінних і їхніх коефіцієнтів залежно від особливостей ділянки землі).

Ця модель досить масивна, але в ній не враховані всі фактори, які мають вплив або мають суттєвий вплив на результати господарської діяльності підприємств.

Модель оптимального використання технологічного матеріалу (органічних та мінеральних добрив). Одним із важливих засобів підвищення урожайності є внесення мінеральних добрив. Проблема оптимізації їх використання може бути вирішена з різним ступенем точності. Кожному етапу її рішення буде відповідати своя економіко-математична модель. Найпростіша модель буде визначатися:

$$C = \sum_{j=1}^d c_j \cdot x_j \quad (18)$$

За умови:

$$\sum_{j=1}^l a_{ij} x_j \leq \sum_{s=1}^m a_{is} b_s \quad (19)$$

$$0 \leq x_j \leq Q_j \quad (20)$$

Добрива, як відомо, розрізняються за основними елементами вмісту в них поживних речовин – азоту, фосфору, калію тощо. Багато добрив є комбінованими (містять два і більше елементи). Вплив добрив на підвищення врожайності залежить не тільки від концентрації в ньому поживних речовин, але і від характеру ґрунту, клімату, способу внесення. Все це необхідно враховувати, складаючи задачі.

У наведеній задачі максимізується надбавка урожаю завдяки внесенню мінеральних добрив. При цьому допускається, що існує безпосередня залежність між підвищенням урожайності і кількістю добрив.

Відомо, що ефективність удобрення залежить не тільки від сільськогосподарської культури, але від характеру підживлюваної ділянки землі і способу внесення (під час сівби, підживлення тощо), включаючи строки внесення. Позначимо номер ділянки сільськогосподарського поля індексом k ($k = 1, 2, \dots, r$) і номер способу внесення добрив h ($h = 1, 2, \dots, w$). Способи внесення добрив варто поділити на основний, передпосівний, припосівний, підживлення. Як наслідок отримуємо таку залежність:

$$C = \sum_{i=1}^l \sum_{k=1}^r \sum_{h=1}^w c_j \cdot x_{jkh} \quad (21)$$

За умови:

$$\sum_{i=1}^l \sum_{k=1}^r \sum_{h=1}^w \bar{a}_{ijkh} \cdot x_{ijkh} \leq \sum_{s=1}^m q_{is} b_s \quad (22)$$

$$0 \leq x_{ijkh} \leq Q_{ikh} \quad (23)$$

де \bar{a}_{ij} — норма внесення добрив (активної речовини) i -го виду для отримання одиниці прибавки урожаю i -ї продукції;

b_s — кількість добрив s -го виду, яка є в господарстві;

q_{is} — вміст i -го поживного речовини в одиниці добрив;

c_j — ціна одиниці продукції;

x_j — кількість отриманої прибавки j -ї продукції завдяки внесенню мінеральних добрив;

Q_j — максимально можливий об'єм прибавки j -ї продукції завдяки внесенню мінеральних добрив на певній площі висіву j -ї культури.

Планова урожайність у результаті внесення добрив буде розраховуватися як:

$$F_{NPK}^{II_VP}(t) = F_{NPK}^{P_VP}(t) + \Delta F_{NPK}^{II_VP}(t) = \sum_{n=1}^r \sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^m x_{nij}^{P_VP} \cdot a_{nij}^{P_VP} + \sum_{n=1}^r \sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^m k_{nij} \cdot x_{nij}^{II_VP} \cdot |a_{nij}^{II_VP} - a_{nij}^{P_VP}|, \quad (24)$$

або

$$F_{NPK}^{II_VP}(t) = \sum_{n=1}^r \sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^m k_{nij} \cdot x_{nij}^{II_VP} \cdot \Delta a_{nij}^{II_VP} \quad (25)$$

$$F_{NPK}^{II_VP}(t) = \alpha_{ABC} \int_{t_0}^{t_0+\Delta t} \sum_{n=1}^r \sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^m k_{nij} \cdot x_{nij}^{II_VP}(t) \cdot \Delta a_{nij}^{II_VP}(t) \cdot dt \quad (26)$$

$$\Delta a_{nij}^{II_VP}(t) = f(z) \quad (27)$$

де $a_{nij}^{P_VP}$ — реальний вміст у ґрунті добрив n -ого ($n = 1, 2, \dots, r$) (активної речовини) виду на ділянці сільськогосподарського поля індексом i ($i = 1, 2, \dots, l$) і номер способу внесення добрив j ($j = 1, 2, \dots, m$), яка забезпечує реальну урожайність сільськогосподарської культури U_{yp}^P кг/га;

$a_{nij}^{II_VP}$ — необхідний вміст у ґрунті добрив n -ого ($n = 1, 2, \dots, r$) (активної речовини) виду на ділянці сільськогосподарського поля індексом i ($i = 1, 2, \dots, l$) і номер способу внесення добрив j ($j = 1, 2, \dots, m$), яка забезпечує прогнозовану урожайність сільськогосподарської культури U_{yp}^{II} кг/га;

x_{nij} — норма внесення добрив (активної речовини) n -ого ($n = 1, 2, \dots, r$) виду на ділянці сільськогосподарського поля індексом i ($i = 1, 2, \dots, l$) і номер способу внесення добрив j ($j = 1, 2, \dots, m$) для отримання одиниці прибавки урожаю сільськогосподарської продукції;

k_{nij} — ваговий коефіцієнт впливу величини добрив n -ого ($n = 1, 2, \dots, r$) (активної речовини) виду на ділянці сільськогосподарського поля індексом i ($i = 1, 2, \dots, l$) і номер способу внесення добрив j ($j = 1, 2, \dots, m$) на реальну врожайність сільськогосподарської культури U_{yp}^P ;

$\Delta a_{nij}^{\Pi-VP}(t) = f(z)$ - функція, що описує приріст урожайності $\Delta a_{nij}^{\Pi-VP}(t)$ залежно від норми внесення поживних речовин z .

Планова (прогнозована) урожайність U_{Π}^{VP} буде визначатися, як:

$$U_{yp}^{\Pi} = U_{yp}^P + \Delta U_{yp}, \quad (28)$$

де U_{yp}^P - реальна урожайність;

ΔU_{yp} - надбавка урожайності за рахунок внесення мінеральних добрив.

Тоді:

$$\Delta U_{yp} = \sum_{k=1}^r \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k (a_{kij}^{\Pi-VP} - a_{kij}^{P-VP}) \cdot x_{kij}. \quad (29)$$

Звідси прогнозована урожайність U_{yp}^{Π} буде визначатися :

$$U_{yp}^{\Pi} = U_{yp}^P + \Delta U_{yp} = \sum_{k=1}^r \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k a_{kij}^P \cdot x_{kij} + \sum_{k=1}^r \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k (a_{kij}^{\Pi-VP} - a_{kij}^{P-VP}) \cdot x_{kij}, \quad (30)$$

де $\sum_{k=1}^r \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k (a_{kij}^{\Pi-VP} - a_{kij}^{P-VP})$ - норма внесення добрив на основі даних їх реального вмісту a_{kij}^{P-VP} та планового вмісту $a_{kij}^{\Pi-VP}$ для забезпечення планової урожайності U_{yp}^{Π} .

ΔU_{yp} - отримана прибавка урожаю сільськогосподарської культури за рахунок внесення мінеральних добрив k -ого ($k = 1, 2, \dots, r$) (активної речовини) виду на ділянці сільськогосподарського поля індексом i ($i = 1, 2, \dots, n$) і номер способу внесення добрив j ($j = 1, 2, \dots, k$) залежно від планової урожайності сільськогосподарської культури U_{Π}^{VP} .

Або прогнозована урожайність U_{yp}^{Π} буде визначатися :

$$U_{yp}^{\Pi} = \sum_{k=1}^r \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k \Delta U_{yp} \cdot (a_{kij}^{\Pi-yp} - a_{kij}^{P-yp}) \cdot x_{kij}, \quad (31)$$

де ΔU_{yp} - приріст урожайності;

$$\sum_{k=1}^r \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k (a_{kij}^{\Pi-yp} - a_{kij}^{P-yp}) - \text{норма внесення добрив на основі даних їх}$$

реального вмісту a_{kij}^{P-yp} та планового $a_{kij}^{\Pi-yp}$ для забезпечення планової урожайності U_{yp}^{Π} ,

ΔU_{yp} - отримана прибавка урожаю сільськогосподарської культури за рахунок внесення мінеральних добрив k -ого ($k=1,2,\dots,r$) (активної речовини) виду на ділянці сільськогосподарського поля індексом i ($i=1,2,\dots,n$) і номер способу внесення добрив j ($j=1,2,\dots,k$) залежно від планової урожайності сільськогосподарської культури U_{Π}^{yp} /.

Також можна записати:

$$U_{yp}^{\Pi} = \sum_{k=1}^r \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k \Delta A_{kij}^{yp} \cdot x_{kij}, \quad (32)$$

де $\Delta A_{kij}^{\Pi-yp} = \Delta U_{yp} \cdot (a_{kij}^{\Pi-yp} - a_{kij}^{P-yp})$ - норма внесення мінеральних добрив k -ого ($k=1,2,\dots,r$) (активної речовини) виду для отримання планової урожайності U_{yp}^{Π} на ділянці сільськогосподарського поля індексом i ($i=1,2,\dots,n$) і номер способу внесення добрив j ($j=1,2,\dots,k$) залежно від планової урожайності сільськогосподарської культури U_{Π}^{yp} /.

$$\Delta U^{yp} = U_{\Pi}^{yp} - U_P^{yp}. \quad (33)$$

Функція прогнозованої урожайності $F_{\text{ДОБРИВ}}^{yp}(x)$ залежно від планованої урожайності U_{Π}^{yp} для сільськогосподарської культури за забезпечення внесення мінеральних добрив k -ого ($k=1,2,\dots,r$) виду на ділянці сільськогосподарського поля індексом i ($i=1,2,\dots,n$) і номер способу внесення добрив j ($j=1,2,\dots,k$):

$$F_{\text{ДОБРИВ}}^{yp}(x) = \sum_{k=1}^r \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k U_{\Pi}^{yp} \cdot a_{kij} \cdot x_{kij}, \quad (34)$$

де U_{II}^{yp} — планова урожайність сільськогосподарської культури за внесення мінеральних добрив k -ого ($k = 1, 2, \dots, r$) виду на ділянці сільськогосподарського поля індексом i ($i = 1, 2, \dots, n$) і номер способу внесення добрив j ($j = 1, 2, \dots, k$) та необхідної кількості добрив порівняно з очікуваною $U_{OЧ}^{yp}$, ц/га/(кг/га);

a_{kij} — норма внесення мінеральних добрив k -ого ($k = 1, 2, \dots, r$) (діючої речовини) виду на ділянці сільськогосподарського поля індексом i ($i = 1, 2, \dots, n$) і номер способу внесення добрив j ($j = 1, 2, \dots, k$) для отримання одиниці прибавки урожаю продукції залежно від планової урожайності сільськогосподарської культури U_{II}^{yp} кг/га;

x_{kij} — кількість отриманої прибавки урожаю сільськогосподарської культури завдяки внесенню мінеральних добрив k -ого ($k = 1, 2, \dots, r$) (активної речовини) виду на ділянці сільськогосподарського поля індексом i ($i = 1, 2, \dots, n$) і номер способу внесення добрив j ($j = 1, 2, \dots, k$) залежно від планової урожайності сільськогосподарської культури U_{II}^{yp} .

$j = 1, 2, \dots, k$ - спосіб внесення добрив розділяють на чотири етапи: $j = 1$ - основне; $j = 2$ - передпосівне; $j = 3$ - припосівне; $j = 4$ - підживлення (таблиця 1).

a_k — норма внесення мінеральних добрив (активної речовини) k -ого виду ($k = 1, 2, \dots, r$) (таблиця 1). Бувають a_{pH} , a_{pH} , a_N , a_P , a_K тощо.

Економічна ефективність EK виробництва продукції рослинництва:

$$EK = Bp(F_{цiна}(x) - F_{вартiсть}(x)) \quad (35)$$

$$EK = Bp(F_{цiна}(x) - F_{вартiсть}(x)) \rightarrow \max \quad (36)$$

Ця умова буде дотримуватися за $F_{цiна}(x) \rightarrow \max$, а

$$F_{вартiсть}(x) \rightarrow \min.$$

Економічна ефективність EK сільськогосподарського виробництва буде розраховуватися за формулою:

$$EK = F_{ДОБРИВ}^{yp}(x) \cdot F_{ц}(x) - F_3(x), \quad (37)$$

де $F_{\text{ДОБРИВ}}^{\text{VP}}(x)$ - функція прогнозованої врожайності, ц/га;

$F_{\text{Ц}}(x)$ - функція, яка описує вартість продукції залежно від якості, грн/ц;

$F_3(x)$ - функція, яка описує затрати на виготовлення сільськогосподарської продукції, грн/ц.

Прогнозована урожайність $U_{\text{VP}}^{\text{II}}$:

$$U_{\text{VP}}^{\text{II}} = \prod_{i=1}^n k_i F_{\text{норм}}(x) \left(\sum_{j=1}^n k_n \cdot \prod_{k=1}^{k-1} F_k(x) \right), \quad (38)$$

де $F_{\text{поля}}(x)$ - функція агробіологічного стану сільськогосподарського поля;

k_i - коефіцієнт, який характеризує агробіологічний потенціал поля;

k_j - коефіцієнт, який характеризує все, що не належить до агробіологічного потенціалу поля (рослина, поживні речовини, якість виконання технологічних операцій, Причому $\sum k_j = 1$.

$$U_{\text{II}}^{\text{VP}} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot (k_4 \cdot F(x) + k_5 \cdot F(x) + k_6 \cdot F(x)), \quad (39)$$

де $F(x)$ - рекомендован норма висіву сільськогосподарських культур;

k_1 - вплив агробіологічного потенціалу поля по поживних речовинах (варіюється в межах від 0 до 0,1, нормативне значення показника не нижче - 0,80);

k_2 - вплив оперативної вологості ґрунту (варіюється в межах від 0 до 1,0, нормативне значення показника не нижче - 0,90);

k_3 - вплив оперативної твердості ґрунту (варіюється в межах від 0 до 1,0, нормативне значення показника не нижче - 0,80);

k_4 - вплив агробіологічного потенціалу рослини, селекція (варіюється в межах від 0 до 1,0, нормативне значення показника не нижче - 0,90);

k_5 - вплив додаткового внесених поживних речовин (варіюється в межах від 0 до 1,0, нормативне значення показника не нижче - 0,80);

k_6 - вплив якості виконання технологічної операції (варіюється в межах від 0 до 1,0, нормативне значення показника не нижче - 0,90);

k_4, k_5, k_6 - можна визначити за допомогою оперативного моніторингу стану ґрунтового середовища (оптимізує дані за допомогою технічних систем оперативного моніторингу).

Рекомендована норма висіву сільськогосподарських культур розраховується як:

$$\begin{aligned}
F(x,y) &= F(x,y) \text{ (Прогностична норма сівиби)} = \\
&= k_1 * F(x,y) \text{ (попередня наявна урожайність)} + \\
&+ k_2 * F(x,y) \text{ (дані електропровідності стану ґрунтового середовища)} \\
&+ \\
&+ k_3 * F(x,y) \text{ (агробіологічний потенціал поля)} + \\
&+ k_4 * F(x,y) \text{ (агробіологічний потенціал рослини, селекція)} + \quad (40) \\
&+ k_5 * F(x,y) \text{ (потенціал внесених поживних речовин)} + \\
&+ k_6 * F(x,y) \text{ (оперативна вологість ґрунту)} + \\
&+ k_7 * F(x,y) \text{ (оперативна твердість ґрунту)} + \\
&+ k_8 * F(x,y) \text{ (прогнозована урожайність)},
\end{aligned}$$

де $F(x,y)$ - певні параметри ґрунтового середовища у визначених координатах поля x, y ;

k_1^F - коефіцієнт впливу попередньої наявної урожайності (варіюється в межах від 0 до 0,10, нормативне значення показника не нижче - 0,05);

k_2^F - коефіцієнт впливу даних оперативного моніторингу стану ґрунтового середовища (варіюється в межах від 0 до 0,20, нормативне значення показника не нижче - 0,10);

k_3^F - коефіцієнт впливу агробіологічного потенціалу поля (варіюється в межах від 0,10 до 0,40, нормативне значення показника не нижче - 0,25);

k_4^F - коефіцієнт впливу агробіологічного потенціалу рослини, селекція (варіюється в межах від 0,10 до 0,30 нормативне значення показника не нижче - 0,20);

k_5^F - коефіцієнт впливу потенціалу внесених поживних речовин (варіюється в межах від 0,10 до 0,30, нормативне значення показника не нижче - 0,15);

k_6^F - коефіцієнт впливу оперативної вологості ґрунту (варіюється в межах від 0 до 0,15, нормативне значення показника не нижче - 0,10);

k_7^F - коефіцієнт впливу оперативної твердості ґрунту (варіюється в межах від 0 до 0,15, нормативне значення показника не нижче - 0,10);

k_8^F - коефіцієнт впливу прогнозованої урожайності (варіюється в межах від 0 до 0,10, нормативне значення показника не нижче - 0,05)

Тоді функція можливої врожайності розраховується:

$$\begin{aligned}
F(\text{Можлива урожайність}) &= F(\text{агробіологічний потенціал поля}) + \\
&+ F(\text{агробіологічний потенціал рослини}) + \quad (41)
\end{aligned}$$

- +F(потенціал поживних речовин)+
- +F(оперативна вологість ґрунту)+
- +F(оперативна твердість ґрунту)

Висновок. В умовах економічної та екологічної кризи за розроблення технології вирощування пшениці озимої та елементів її удосконалення, великого значення надають *максимальній реалізації біологічного потенціалу сорту шляхом оптимального керування нормою внесення технологічного матеріалу (мінеральних та органічних добрив)* залежно від агробіологічного стану сільськогосподарських угідь для забезпечення належної ефективності сільськогосподарського виробництва. Встановлено, що високі врожаї зернових формуються лише за умови сівби з оптимальними нормами висіву.

Література:

1. Robson M/ A practical guide to business process re-engineering/M.Robson, P. Ullah. – London: Gower Publishing Std, 1996/
2. Scherer F.M/ Industrial market structure and economic performance / F.M. Scherer, D/Ross. – Boston, USA: Honglton Mifflin Co.,1990.
3. Эрлих А. технический анализ товарных и финансовых рынков/А.Эрлих. – М.: ИНФРА – М,1996.
4. Макконел Л.Экономические принципы, проблемы и политика/ Л.Макконел, С.Брю. – М.: Менеджер, 1993.
5. Карибский А.В. Моделирование развития структуры крупномасштабных производственно-транспортных систем. I,II/ А.В.Карибский, А.Д. Цвиркун, Ю.Р. Шишорин// автоматика и телемеханика. – 1989. – №2. – С.116-131; №4. – С. 139 – 154.
6. Карибский А.В. Бизнес-план: финансово-экономический анализ и критерии эффективности. (Методы анализа и оценки)/ А.В.Карибский, Ю.Р.Шишорин // Препринт. – М.: Институт проблем управления, 1996.
7. Karibsky A/ Managing the development of large-scale system/ A. Karibsky//Mathematics and Computers in Simulation. 1991/ - no. P.287-293/
8. Шестаков Н.В. использование компьютерных методов моделирования при инвестиционном планировании нефтехимических производств /Н.В.Шестаков// тезисы докладов Международной научно-практической конференции «Управление большими системами». – М. ИПУ, 1991. – С. 391.
9. Карибский А.В. Информационные технологии и особенности финансово-экономического анализа крупных инвестиционных проектов в нефтяной промышленности / А.В. Карибский // Мир связи – 1998. - № 7-8. – С.72-77.
10. Сендреев Ю.Н. Управление конечно- матричными линейными объектами/ Ю.Н. Сендреев. – М. Наука, 1976. – 424 с.
11. Красовский Н.Н. Теория управления движением / Н.Н. Красовский. – М.: Наука, 1968. – 474 с.

12. Ройтенберг Я.Н. Автоматическое управление / Я.Н. Ройтенберг. – М.: Наука, 1978. – 551 с.

13. Егоров А.И. Оптимальное управление линейными системами / А.И. Егоров. – Киев: Вища школа, 1988. – 276 с.

14. Понтрягин Л.С. Математическая теория оптимальных процессов / Л.С. Понтрягин, В.Г. Болтянский, Е.Ф. Мищенко. – М.: Наука, 1961. – 391 с.

Аннотация.

Сформулированные модели оптимального управления нормой внесения технологического материала в зависимости от агробиологического состояния сельскохозяйственных угодий дают возможность обеспечить надлежащую эффективность сельскохозяйственного производства. Достаточно лишь сказать, что фактором, который определяет выбор той или другой структуры посевных площадей, является урожайность, которая в первую очередь зависит от количества внесения удобрений. В рассматриваемой модели удобрения распределяются за видами и периодом внесения, потому такие модели дают возможность максимально учесть факторы влияния на конечную урожайность.

Summary.

The formulated optimum case frames by the norm of bringing of technological material depending on the agrobiological state of agricultural lands enable to provide the proper efficiency of agricultural production. It is enough only to say, that by a factor which determines the choice of that or other structure of sowing areas, there is productivity which above all things depends on the amount of bringing of fertilizers. In the examined model the fertilizers are distributed after kinds and period of bringing, that is why such models enable maximally to take into account the factors of influence on eventual productivity.

ВИКОРИСТАННЯ КОМПЛЕКСНИХ ПОКАЗНИКІВ ПОСУШЛИВОСТІ З МЕТОЮ АГРОМОНІТОРИНГУ

Н. Сердюченко, канд. геогр. наук,
УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого,
А. Сердюченко, учениця 10 кл.,
Дослідницька ЗОШ І-ІІІ ст.

Наведено аналіз найпоширеніших індексів посушливості, отриманих за допомогою наземних метеостережень і дистанційного зондування землі, та шляхів їх практичного застосування. Представлено джерела отримання баз даних та інтерпретацію значень індексу суворості посухи Палмера, стандартизованого індексу опадів, комбінованого індикатора посухи та індексу стресу сільськогосподарських культур. Проаналізовано слабкі та сильні сторони кожного із показників.

Ключові слова: *посуха, індекс посушливості, стандартизований індекс опадів, комбінований індикатор посухи, індекс стресу сільськогосподарських культур.*

Суть проблеми. Відповідно до останніх досліджень ІРСС (International Panel of Climate Change¹) в результаті кліматичних змін, які ми зараз спостерігаємо і відчуваємо, значно зростає ймовірність і кількість метеорологічних екстремумів, включаючи посухи. Небезпека посухи для сільського господарства є найбільшою оскільки її наслідки можуть призводити до значного пошкодження сільськогосподарських культур та втрат врожаю. Тому в задачах агромоніторингу, корисним є застосування кількісних показників інтенсивності посухи – індексів посушливості. Ці показники також можуть використовуватися для конкретних потреб, таких як планування зрошення, боротьба з посухою та можуть слугувати предиктором для експертного аналізу прогнозних оцінок очікуваної врожайності сільськогосподарських культур, тощо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить що індекси посушливості широко використовуються в різних галузях природокористування [1-9] і можуть бути визначені кількісно з використанням різних співвідношень середньорічних агрометеорологічних величин і середньобаторічних даних.

Метою цього дослідження є аналіз найпоширеніших індексів посушливості, отриманих за допомогою наземних метеостережень та

¹ www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/

дистанційного зондування землі, та представлення шляхів їх практичного застосування.

Основна частина. *Індекс суворості посухи Палмера* (Palmer Drought Severity Index, PDSI; Palmer, 1965[10]) пов'язує жорстокість посухи із накопиченими зваженими різницями між фактичними опадами і відповідними потребами в евапотранспірації. PDSI базується на концепції гідравлічної системи акумулювання і фактично використовується для оцінки тривалості періодів аномально вологої або сухої погоди.

Розрахунок цього показника базується на використанні доступних метеорологічних даних (температури повітря й опадів), а також локальних констант, які характеризують вологоємність ґрунту. На основі цих вхідних величин за допомогою спрощеної схеми вологоперенесення в ґрунті проводиться розрахунок фактичних та потенційних значень евапотранспірації, а також інші складові водного балансу, і розраховується PDSI [7].

Інтерпретуючи значення цього індексу виділяють 11 градацій зволоженості (табл. 1): значення в діапазоні від -0,49 до 0,49 відповідають нормальним умовам; значення менші -4 – екстремально посушливим; значення більші 4 – екстремально вологим умовам; проміжні градації характеризують такі ступені посушливості і надлишкової зволоженості, як початкова, слабка, помірна і сильна.

Таблиця 1 – Інтерпретація значень PDSI. Джерело:²

Категорія зволоження	Значення PDSI	Категорія зволоження	Значення PDSI
Екстремально волого	$\geq 4,0$	Початкова фаза сухості	-0,50 – -0,99
Дуже волого	3,00 – 3,99	Слабко сухо	-1,00 – -1,99
Помірно волого	2,00 – 2,99	Помірно сухо	-2,00 – -2,99
Слабко волого	1,00 – 1,99	Дуже сухо	-3,00 – -3,99
Початкова фаза вологості	0,50 – 0,99	Екстремально посушливо	$\leq -4,00$
Близько норми	0,49 – -0,49		

Слід відзначити один аспект, який стосується обчислень, PDSI включає три вхідні параметри – випаровування, надходження вологи в ґрунт і стік – кожен з яких може мати негативні значення. Якщо достатньо дощу, щоб задовольнити лише очікуваний рівень евапотранспірації, але не достатньо, щоб забезпечити підживлення рослин і стік, то в результаті ми отримуємо негативний індекс. Тобто за такої ситуації сільськогосподарські культури ще деякий час розвиватимуться в нормальному темпі, але вже погіршення стану

² <http://drought.unl.edu/Planning/Monitoring/ComparisonofDroughtIndices.aspx>

зволоження буде прослідковуватися у значенні індексу. Як тільки рівень зволоженості впаде нижче мінімуму, необхідного для посівів, то сільськогосподарські культури будуть реагувати швидким і різким погіршенням стану через відсутність запасів води в ґрунті.

Оперативні значення індексу PDSI для території Європи можна знайти у *Drought Metadata Catalogue*³ Європейського центру моніторингу посух.

Стандартизований індекс опадів SPI (Standardized Precipitation Index), який базується виключно на даних про атмосферні опади, набув широкого застосування наприкінці XX століття.

Розрахунок SPI для будь-якої місцевості базується на довгострокових даних про опади впродовж заданого для аналізу періоду. Довгостроковий ряд апроксимується розподілом імовірностей, який потім перетворюється у нормальний розподіл, з метою приведення до нуля середнього значення SPI для заданого місця і періоду. Позитивні значення SPI вказують на об'єм опадів вище середнього рівня, а негативні – нижче (табл. 2). Оскільки SPI нормалізується, то і вологіші і сухіші клімати можуть бути представлені однаково; відповідно, за допомогою цього індексу можна також здійснюватися моніторинг дощових періодів.

Таблиця 2 – **Інтерпретація значень SPI. Джерело: [11]**

2,0 +	екстремально волого
1,5 – 1,99	дуже волого
1,0 – 1,49	помірно волого
-0,99 – 0,99	близько до норми
-1,0 – -1,49	помірно сухо
-1,5 – -1,99	дуже сухо
-2 і менше	екстремально сухо

Індекс SPI може застосовуватися для моніторингу умов посушливості на будь-яких тимчасових інтервалах (від місяця до року і більше). Варіація масштабів осереднення дає можливість відстежувати за допомогою цього індексу сільськогосподарські наслідки посух, пов'язані з об'єктами, які мають різну чутливість до дефіциту опадів. Також SPI можна співставляти для регіонів з помітно різними кліматичними умовами.

Універсальність SPI дозволяє контролювати як короткострокові водні джерела, такі як вологість ґрунту, що важлива для сільськогосподарського виробництва, так і довгострокові водні ресурси, такі як джерела підземних вод, витрати стоку, а також рівні озер і водосховищ. Імовірнісний характер цього індексу забезпечує історичний контекст, що підходить для процесу прийняття рішень.

³ <http://vap-xjedo.jrc.it/Search/Search.html>

Бази даних SPI, розрахованих для 3-місячних часових проміжків для різних країн світу, починаючи з 1975 року (Україна в тому числі), доступні за посиланням⁴.

Слабкою стороною індексу є відсутність компоненти водного балансу ґрунту і відповідно неможливість розрахунку співвідношення фактичної та потенційної евапотранспірації. Також, оскільки температура повітря не є вихідним параметром для обчислення SPI, цей індекс непридатний для аналізу змін клімату.

Вирішенням такої ситуації стала видозміна індексу (Vicente-Serrano S.M. and all, 2010), включивши компоненту температури у розрахунок нового індексу, який отримав назву стандартизований індекс опадів та евапотранспірації SPEI (Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index).

Оперативні значення індексу SPEI для території Європи можна знайти за посиланням⁵. SPEI базується на оцінці випаровуваності методом Пенмана-Монтейта (Penman-Monteith, FAO-56⁶). Метод Пенмана-Монтейта вважається надійним, тому SPEI рекомендується для більшості сфер застосування, включаючи довгостроковий кліматологічний аналіз.

Розрахунок *Комбінованого індикатора посухи CDI* (Combined Drought Indicator) базується на даних SPI, вологості ґрунту (pF) та поглинутої фракції фотосинтетичноактивної радіації (fAPAR) [5].

Індекс SPI визначено світовою метеорологічною організацією як ключовий індикатор посухи, що може бути оперативно розрахований на основі метеоданих.

Вологість ґрунту є однією із найважливіших змінних у гідрологічних, кліматологічних, біологічних та екологічних процесах, оскільки вона відіграє ключову роль у взаємодії атмосфери та земної поверхні.

Поглинута фракція фотосинтетичноактивної радіації fAPAR відображає частину сонячної енергії, яка поглинається в процесі вегетації. Ця складова пропонується як індикатор посухи завдяки своїй чутливості до стресу рослинності (Gobron et al. 2005 [12]), оскільки посуха може призвести до зниження темпів росту рослинності, що залежить від зміни або в поглинанні рослинним організмом сонячної радіації, або в низькій ефективності її використання.

Позитивним фактором використання CDI є комплексність поєднання метеорологічних та вегетаційних індикаторів посухи, що підвищує точність прогнозних оцінок і дозволяє точніше планувати управлінські рішення щодо запобігання негативних наслідків посушливих явищ. Проблемним фактором може бути залежність fAPAR від хмарного покриву і неможливість в окремих випадках (за умови щільних хмар) точного врахування цього

⁴ <http://edo.jrc.ec.europa.eu/edov2/php/index.php>

⁵ <http://sac.csic.es/spei/map/maps.html>

⁶ <http://www.fao.org/docrep/x0490e/x0490e06.htm>

індикатора, тому в подальших наукових дослідженнях планується залучення більше ніж одного вегетаційних індикаторів для розробки комплексних показників сухості.

Індикатор CDI базується на 5 рівнях інтерактивної оцінки (рис. 1):

- Watch – *період активного спостереження*, коли спостерігається дефіцит опадів;
- Warning – *попередження*, коли цей дефіцит опадів призводить до аномалії вологості ґрунту;

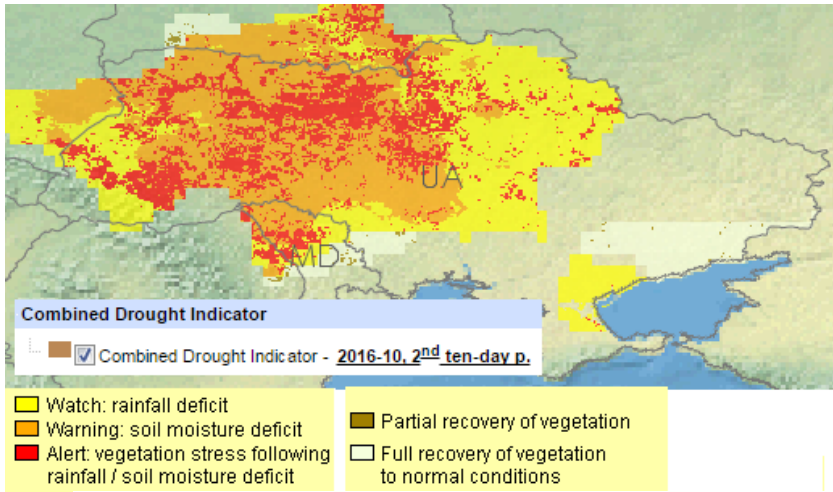


Рисунок 1 – Фрагмент карти CDI для території України (друга декада жовтня 2016 року). Джерело:⁷

- Alert – *стан небезпеки*, коли попередні дві умови супроводжуються негативною аномалією стану вегетації;
- Partial recovery – *часткове відновлення*, коли метеорологічні умови вже відновлені у нормальне русло, а умови рослинності – ще ні;
- Full recovery – *повне відновлення*, коли і метеорологічні, і вегетаційні умови повністю відновлюються до нормального стану після епізоду посухи.

SPI використовується для виявлення дефіциту опадів, аномалії вологості ґрунту використовуються для характеристики наслідків дефіциту опадів на вологість ґрунту, аномалії fAPAR зі свого боку використовуються для характеристики результативного ефекту на стан рослинного покриву. Для

⁷ <http://edo.jrc.ec.europa.eu/edov2/php/index.php?id=1111>

такого дослідження використовуються SPI 3-х місяців (SPI-3) і 1-го місяця (SPI-1).

Доцільність використання SPI-3 підтверджена дослідженнями (наприклад, Ji and Peter, 2003 [13]; Rossi et al., 2012 [14]), які показали, що SPI-3 має найсильнішу кореляцію з відгуком рослинності і тому найбільше підходить для ідентифікації сільськогосподарської посухи. SPI-1 також включено в конструкцію індикатора, оскільки навіть один місяць надмірної сухості може значно вплинути на стан рослинності залежно від стадії розвитку.

Порогом для індивідуальних індексів встановлено 1 стандартне відхилення (-1 для SPI-3 і fAPAR, +1 для вологості ґрунту pF). У випадку SPI-1, обраний поріг становить -2, що стосується лише випадків, ідентифікованих як сильна посуха. У таблиці 3 наведено опис комбінованого індикатора. Приставка Δ вказує на аномалії; суфікс $m-1$ має на увазі значення місяцем раніше.

Таблиця 3 – Інтерпретація значень CDI. Джерело: ⁸

Класифікація	Характеристики
Watch – активне спостереження	SPI-3 < -1 або SPI-1 < -2
Warning – попередження	$\Delta pF > 1$ та (SPI-3 < -1 або SPI-1 < -2)
Alert – стан небезпеки	$\Delta fAPAR < -1$ та (SPI-3 < -1 або SPI-1 < -2)
Partial recovery – часткове відновлення	($\Delta fAPAR < -1$ та (SPI-3 _{m-1} < -1 та SPI-3 > -1)) або ($\Delta fAPAR < -1$ та (SPI-1 _{m-1} < -2 та SPI-1 > -2))
Full recovery – повне відновлення	(SPI-3 _{m-1} < -1 та SPI-3 > -1) або (SPI-1 _{m-1} < -2 та SPI-1 > -2)

Індекс стресу сільськогосподарських культур ASI (Agricultural Stress Index) базується на інтеграції вегетаційного індексу здоров'я (VHI) у двох вимірах – часовому і просторовому, які мають вирішальне значення для оцінки дії посухи в сільському господарстві. На початковому етапі розрахунку ASI проводиться часове усереднення VHI, оцінка інтенсивності і тривалості сухих періодів, які виникають впродовж вегетаційного періоду на рівні пікселів. Другий етап включає визначення просторового ступеня посухи шляхом розрахунку відсотка пікселів в орних областях із значеннями VHI нижче 35 % (це значення було визначено як критичний поріг в оцінці ступеня посухи в попередніх дослідженнях Коган, 1995 [15]). Для полегшення

⁸http://edo.jrc.ec.europa.eu/documents/factsheets/factsheet_combinedDroughtIndicator.pdf

швидкої інтерпретації результатів аналітиками, кожна адміністративна область класифікується відповідно до своєї частки ураженої області (рис. 2).

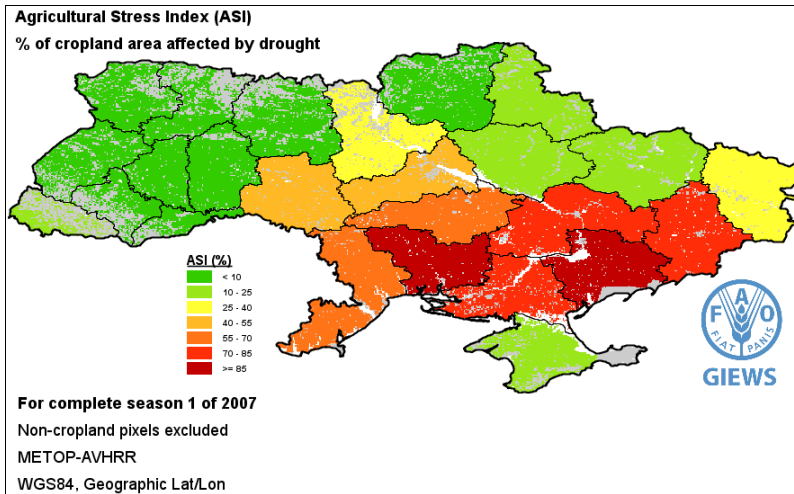


Рисунок 2 – Картограма усереднених впродовж вегетаційного сезону (березень-жовтень) значень ASI для України у посушливому 2007 році.

Значення ASI в різних часових інтервалах аналізу доступні на веб-ресурсі FAO⁹.

Висновки. Застосування показників посушливості з метою агромоніторингу має широкі можливості для практичного впровадження менеджерських заходів боротьби з посухою, планування зрошення та агротехнічних заходів. До того ж експертне врахування показників сухості під час розроблення прогнозу врожайності сільськогосподарських культур дозволить точніше оцінити можливі ризики втрат врожаю.

Переважаюча більшість індексів сухості та стресовості агрометеорологічних умов для сільськогосподарських культур є у вільному доступі в Інтернет мережі, що значно спрощує їх отримання для оперативного аналізу.

Література:

1. GEOSS 10-Year Implementation Plan: Reference Document // ESA Publication Division. – 2005. – 209 p. ISSN 0379-6566, ISBN 92-9092-986-3.
2. McKee, T.B., N. J. Doesken, and J. Kleist. 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. In Proceedings of the 8th

⁹<http://www.fao.org/gIEWS/earthobservation/country/index.jsp?lang=en&code=UKR#>

Conference of Applied Climatology, 17-22 January 1993, Anaheim, CA. American Meteorological Society. pp.179-184.

3. Mohamed, A.A.; Sharifi, M.A.; Keulen, H. van. An integrated agro-economic and agro-ecological methodology for land use planning and policy analysis // *Journal of Applied Earth Observation and Geo information*. 2. - 2000. - 87-103 p.

4. Palmer, W.C. Meteorological drought. Washington: U.S. Department of Commerce, 1965. 58p. (U.S. Department of Commerce. Research paper, 45).

5. Product Fact Sheet: Combined Drought Indicator – Europe Version 2 (April. 2013) // Available at:

http://edo.jrc.ec.europa.eu/documents/factsheets/factsheet_combinedDroughtIndicator.pdf .

6. Standardized Precipitation Index User Guide http://www.wamis.org/agm/pubs/SPI/WMO_1090_EN.pdf .

7. Thomas R. Karl The Sensivity of the Palmer Drought Severity Index and Palmer’s Z-Index to their Calibration Coefficients Including Potential Evapotranspiration / *Journal of Applied Meteorology* 25(1):77-86 December 1985.

8. Vicente-Serrano S.M., Santiago Begueria, Juan I. López-Moreno, 2010. A Multiscalar Drought Index sensitive to global warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index, *J. Climate*, vol. 23, pp. 1696–1718, doi: 10.1175/2009JCLI2909.1.

9. Whelan, B.M., McBratney, A.B. The “Null Hypothesis” of Precision Agriculture Management // *Precision Agriculture*, Volume 2, Number 3. - 2000. - 265-279 p.

10. Palmer, W.C. Meteorological drought. Washington: U.S. Department of Commerce, 1965. 58p. (U.S. Department of Commerce. Research paper, 45)

11. Standardized Precipitation Index User Guide. World Meteorological Organization, 2012 // Available at:

http://www.wamis.org/agm/pubs/SPI/WMO_1090_EN.pdf .

12. Gobron, N., Pinty, B., Melin, F., Taberner, M., Verstraete, M. M., Belward, A., Lavergne, T., and Widlowski J.-L.: The state of vegetation in Europe following the 2003 drought, *Int. J. Remote Sens.*, 26, 2013–2020, 2005.

13. Ji, L. and Peters, A.: Assessing vegetation response to drought in the northern Great Plains using vegetation and drought indices, *Remote Sens. Environ.*, 87, 85–98, 2003.

14. Rossi, S. and Niemeier, S.: Drought Monitoring with estimates of the Fraction of Absorbed Photosynthetically-active Radiation (fAPAR) derived from MERIS, in: *Remote Sensing for Drought: Innovative Monitoring Approaches*,

edited by: Wardlow, B., Anderson, M., and Verdin, J., CRC Press-Taylor & Francis, Boca Raton, FL, USA, 95–116, 2012.

15. Kogan, F. N.: Droughts of the late 1980s in the United States as derived from NOAA polar-orbiting satellite data, *Bull. Am. Meteorol. Soc.*, 76, 655–668, 1995.

***Аннотация.** Приведен анализ наиболее распространенных индексов засушливости, полученных с помощью наземных метеонаблюдений и дистанционного зондирования земли, и путей их практического применения. Представлены источники получения баз данных и интерпретация значений индекса суровости засухи Палмера, стандартизированного индекса осадков, комбинированного индикатора засухи и индекса стресса сельскохозяйственных культур. Проанализированы сильные и слабые стороны каждого из показателей.*

***Summary.** The analysis of the most common indices of dryness, obtained with the help of ground meteorological and remote sensing data, and ways of their practical application is given. The sources of obtaining databases and interpretation of Palmer Drought Severity Index, Standardized Precipitation Index, Combined Drought Indicator and Agricultural Stress Index are presented. Analyze of strengths and weaknesses of each of the indicators are given.*

УДК 911.5 (477.43/44)

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ МЕРЕЖІ

Г. Мудрак, канд. геогр. наук, доцент,

Н. Ковка, аспірант,

Вінницький національний аграрний університет

У статті розглянуто особливості формування національної екологічної мережі. Враховуючи такі структурні елементи екологічної мережі як ключові і сполучні території, проаналізовано її просторову структуру. Вивчено склад земельних угідь, які є частиною структурних елементів національної екомережі. Досліджено її основні структурно-функціональні властивості, визначено функції та наведено заходи щодо зменшення негативного впливу на неї. Вивчено основні методи та механізми збереження біорізноманіття. Розроблено рекомендації щодо удосконалення процесу формування екологічної мережі України.

Ключові слова: екологічна мережа, ключові території, біотичне різноманіття, ландшафт, природно-заповідний фонд.

Актуальність теми. Екологічна мережа (ЕМ) – це єдина територіальна система, яка утворюється для поліпшення умов формування і відновлення довкілля, підвищення природно-ресурсного потенціалу території України, збереження ландшафтного і біотичного різноманіття, місць оселення та зростання цінних видів тваринного і рослинного світу, генетичного фонду, шляхів міграції тварин через поєднання територій та об'єктів природно-заповідного фонду (ПЗФ), а також інших територій, які мають особливу цінність для охорони навколишнього природного середовища і відповідно до законів і міжнародних зобов'язань України підлягають особливій охороні [5].

Окремі території призначені для збереження природи, відособлені одна від одної, нездатні ефективно зберігати генофонд рослинного та тваринного світу, а отже, і самої людини. Ці території повинні бути взаємопов'язані так званими екологічними коридорами та формувати єдину систему, або мережу. Саме тому прийнято Закони України «Про екологічну мережу України», «Про Загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000-2015 роки». Збільшення площі території, яка формує національну екологічну мережу, відбувалося переважно за рахунок розширення наявних і створення нових об'єктів ПЗФ [5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема збереження біотичного різноманіття та формування екомережі широко висвітлювалася у працях вітчизняних науковців Ю.Р. Шеляг-Сосонка, Я.І. Мовчан, О.В.

Мудрака, Г.В. Мудрак, Я.Ю. Якимчук, І.А. Байдікова та багатьох інших. Хоча до цього часу питання ефективного керування процесом формування національної екологічної мережі залишається недослідженим. Тому вивчення системи керування формуванням та реалізації національної екологічної мережі має важливе значення, особливо в сучасних умовах євроінтеграційного руху України[1-4].

Вклад основного матеріалу. Обґрунтування і створення екологічної мережі будь якого регіону являє собою достатньо складне завдання, повноцінна реалізація якого передбачає всебічне висвітлення і вивчення особливостей досліджуваної території (акваторії), зокрема її ландшафтної структури та різноманітності ландшафтів.

Збереження біотичного і ландшафтного різноманіття тривалий час покладалося на окремо створені заповідні об'єкти різного рангу. Проте загальна незначна площа, великі відстані, які відділяють їх один від одного та відсутні взаємні зв'язки призводять до недостатнього виконання ними цих функцій. У межах заповідних територій зберігаються лише окремі (ізолювані) ландшафтні комплекси та біотичні популяції, що зумовлює їхню поступову деградацію ще і внаслідок порушених між ними речовинно-енергетичних зв'язків[1].

Екологічна мережа (ЕМ) є прогресивнішою, порівняно з наявною «системою» об'єктів природно-заповідного фонду, формою охорони природного середовища, у плані розбудови якої передбачено збільшення площі територій та акваторій з наявними, властивими для певної природної зони ландшафтами; збереження їхньої різноманітності разом із біотичною, завдяки включенню до складу екомережі також ренатуралізованих і відчужених ландшафтних об'єктів[1, 2].

Важливим резервом для формування ЕМ є агроценози, які внаслідок інтенсивного використання втратили свою природну продуктивність. Вони виступають як буферні і відновлювальні території. Це еродовані, заболочені, підтопленні, засолені або забрудненні агроугіддя, які необхідно виводити із сільськогосподарського використання і включати до складу регіональних екомереж [3].

Одним із пріоритетних завдань у розбудові регіональної екологічної мережі є збереження біорізноманіття агроландшафтів. Природні первинні ландшафти збереглися внаслідок їх перетвореності переважно в межах територій, які були непридатними для господарського використання або зазнали антропогенних впливів. Ландшафтні комплекси (сіножатті, пасовища, перелоги, закрайки полів, колишні військові полігони та інші в межах створених та потенційних заповідних об'єктах), можна визначити як потенційні відновлювальні території, буферні зони, насамперед враховуючи наявне їх біорізноманіття як складову ландшафтного різноманіття.

Сутність екоядер, як динамічних структур, зумовлює їхнє розташування не лише в межах ландшафтних комплексів зі збереженим різноманіттям, а

також у місцях, що потенційно є входом до ЕМ, звідки є найімовірнішим поширення впливу чинників трансформації, зосібна й антропогенного впливу [1].

Щоб попередити негативні процеси в структурі національної екологічної мережі та виконати природоохоронні функції, постає необхідність здійснення таких заходів:

1. захист середовища існування тварин (оселищ) під час міграції і зимівлі та створення системи їх охорони;
2. розширення мережі водних об'єктів для міграції риб;
3. створення умов для відтворення різноманіття видів рослин, тварин і фітоценозів у природних зонах;
4. забезпечення охорони водно-болотних угідь міжнародного та загальнодержавного значення;
5. здійснення заходів щодо запобігання негативному впливу на природні комплекси елементів національної екологічної мережі;
6. упровадження системи здійснення природоохоронних заходів для збереження природних комплексів структурних елементів національної екологічної мережі;
7. забезпечення збереження популяцій рідкісних і вразливих видів рослин і тварин, які зникають;
8. здійснення спеціальних заходів для забезпечення міграції тварин і рослин у місцях перетину природних та транспортних коридорів [2].

Формування ЕМ передбачає зміни в структурі земельного фонду країни віднесенням частини земель господарського використання до категорій, які підлягають особливій охороні з відтворенням їм різноманіття природних ландшафтів.

Варто зазначити, що з року в рік спостерігається зміна площ земельних угідь, які, відповідно, мають формувати національну екомережу (табл.1) [5].

Площу територій національної екологічної мережі можна збільшити також за рахунок розширення, зокрема: лісів, залісених площ, сіножатей, пасовищ, прибережних захисних смуг тощо.

Згідно з даними, наведеними у таблиці 1, площа земельних угідь, які відносяться до складових екомережі, збільшилася проти 2000 року на 201,3 тис. га, але проти 2014 року ця площа скоротилася на 0,6 тис. га. Впродовж певного періоду збільшилися площа лісів та залісених площі - на 2,8 тис.га, скоротилися площі сіножатей і пасовищ на 7,8 тис. га. Водночас, зберігається тенденція щодо збільшення площі ріллі, проти 2014 року вона збільшилася на 15,8 тис. га та становить 32541,3 тис. га.

Разом з тим, слід зазначити, що проектування та просторове розташування структурних елементів екомережі за умов різноманітності навколишнього середовища потребує всебічного врахування особливостей природних і техногенних мереж об'єктної території як реально існуючих структурних утворень, пов'язаних між собою системою функціональних

зв'язків. Зокрема, у визначенні структури екомережі важливо враховувати спонтанність виникнення окремих її складових (як природних ядер, сполучних територій, так і відновлювальних і буферних територій).

Таблиця 1 – Склад земельних угідь, які відносяться до структурних елементів національної екологічної мережі

Складові екомережі	Площа (тис. га) на 1.9.2000	Площа(тис. га) на 1.1.2015	Площа (тис. га) на 1.1.2016	Прогнозна площа (тис. га) на 2015
Сіножаті і пасовища	7772,9	7848,3	7840,5	9536,6
Ліси і заліснені площі	10380,2	10630,3	10633,1	10955,7
Відкриті заболочені землі	940,4	982,6	982,3	940,4
Радіоактивно забруднені землі, які не використовуються у сільському господарстві	136,0	123,8	123,7	136
Відкриті землі без рослинного покриву або з незначним рослинним покривом	1180,8	1015,8	1020,6	1180,8
Землі водного фонду, водно-болотні угіддя, водоохоронні зони	2415	2426,4	2426,4	2415
<i>Загальна площа (тис. га), відсоток від загальної площі України</i>	<i>22825,3 37,8 %</i>	<i>23027,2 38,16%</i>	<i>23026,6 38,16%</i>	<i>25164,5 41,68%</i>
Сіножаті і пасовища	7772,9	7848,3	7840,5	9536,6
Ліси і заліснені площі	10380,2	10630,3	10633,1	10955,7

Розбудова національної екомережі, визначення оптимальної просторової її структури як природоохоронної системи потребує врахування особливостей використання території, а також окремих її частин. При цьому проектування екомережі доцільно здійснювати з максимально можливим дистанціюванням її складових (насамперед природних ядер чи біоцентрів) від еконебезпечних територій шляхом створення навколо них захисних «буферних санітарних зон» [3], що має сприяти нейтралізації або принаймні зменшенню зовнішніх впливів на об'єкти ПЗФ. Важливим також є врахування ступеня навантаження на територію і функціонального призначення її окремих об'єктів, визначення сутності їхніх зв'язків між собою і з навколишнім середовищем. Це дасть можливість попередньо змодельовати умови створення й розташування екомережі на об'єктній території.

Регіональні екомережі, які б поєднували у своєму складі всі збережені природні ландшафтні комплекси, проектуються і створюються для

припинення дигресивних явищ у природних ландшафтах, збереження і часткового відновлення останніх, зокрема підтримання та збереження наявного ландшафтного біорізноманіття.

Для збереження біологічного і ландшафтного різноманіття, природних ресурсів, генетичного фонду живої природи, а також зменшення, запобігання та ліквідації негативного впливу господарської та іншої діяльності людей на навколишнє природне середовище необхідним є вдосконалення нормативно-правової бази у сфері збереження, розширення, відтворення та охорони єдиної системи територій з природним станом ландшафту та інших природних комплексів і унікальних територій, створення на їхній основі природних об'єктів, які підлягають особливій охороні. Серед заходів, які зможуть суттєво вплинути на додержання режиму територій та об'єктів екологічної мережі, є заходи щодо вдосконалення екологічного контролю та розвитку системного екологічного моніторингу довкілля[3-4].

Висновок. Для ефективного функціонування екологічної мережі необхідно враховувати не лише натуральні ландшафтні комплекси, але й антропогенні. Урахування всіх зазначених властивостей дасть змогу сформуванню невиснажливої екологічної мережі. При цьому необхідне збільшення земельних угідь, які відносяться до складової ЕМ. Для того, щоб збільшити загальну площу на 40%, необхідно вибрати такий варіант формування ЕМ з урахуванням науково-методичних, правових, організаційних та фінансово-економічних критеріїв.

Література

1. Байдіков І.А. Екомережа: особливості обґрунтування, створення та структурно-функціональні властивості як складної просторової структури // І.А.Байдіков.- Український географічний журнал - 2012, № 3.– С. 58–63.
2. Мовчан Я., Шеляг-Сосонко Ю. Шляхи втілення екомережі України // Розбудова екомережі України– К. – С. 104–116.
3. Мудрак О.В. Принципи, ресурси та шляхи формування екологічної мережі Вінниччини у контексті збалансованого розвитку / О.В. Мудрак // Екологічний вісник – 2009. – №4 (56). – С. 10–15.
4. Платонова Є.О. Правове забезпечення формування та функціонування екологічної мережі України / Є.О. Платонова – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://vuzlib.com/content/view/1351/34/>.
5. Природоохоронне законодавство України. – Режим доступу: <http://www.rada.gov.ua> – Назва з екрану.

Аннотация.

В статье рассмотрены особенности формирования национальной экологической сети. Учитывая такие структурные элементы экологической сети как ключевые и соединительные территории, проанализированы ее пространственную структуру. Изучен состав земельных угодий, которые являются частью структурных элементов национальной экосети. Исследованы ее основные структурно-функциональные свойства, определены функции и приведены меры по уменьшению негативного влияния на нее. Изучены основные методы и механизмы сохранения биоразнообразия. Разработаны рекомендации по совершенствованию процесса формирования экологической сети Украины.

Summary.

It is considered in the article peculiarities of the formation of the national ecological network. Considering such structural elements of the ecological network as key and connecting territories, it is analyzed it's spatial structure. It is studied the composition of land the part of the structural elements of the national econet. It is investigated the basic structural and functional properties, it is defined and measure are taken to reduce the negative impact. It was studied the main methods and mechanisms of biodiversity conservation. Recommendations for improving the process of forming the ecological network of Ukraine are developed.

УДК 631.554:001.8

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ БІОПРЕПАРАТІВ НА РОЗВИТОК ХВОРОБ НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ КОЛОСОВИХ ТА ЇХ РІСТ У РІЗНИХ ТЕМПЕРАТУРНИХ УМОВАХ

М. Новохацький, канд. с.-г. наук, доцент,

В. Крутякова, канд. економ. наук,

В. Таргоня, д-р с.-г. наук,

Нілова Н.,

І. Гусар, канд.,

УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого

У статті наведені результати лабораторних досліджень впливу біопрепарату Триходермін на розвиток хвороб насіння зернових культур та фітопатогенний потенціал ґрунту залежно від температурних умов.

Побудована статистична модель змін фітопатогенного потенціалу ґрунту від температури та застосування біопрепарату.

Забезпечення адаптивності органічних технологій вирощування зернових колосових полягає не лише у встановленому в процесі досліджень явищі підвищення ефективності біопрепаратів за умов глобального потепління, а й у створенні та впровадженні керованої агробіотехнологічної системи з урахуванням зміни параметрів клімату, прогнозованих кількісних та якісних змін ценозів шкодочинних організмів.

Ключові слова: *Зернові колосові, біопрепарат, хвороби, фітопатогенний потенціал ґрунту, температурні умови*

Суть проблеми. У сучасній системі землеробства, зокрема і в біологічних агротехнологіях, стрімко зростає роль захисту рослин. Збитки сільського господарства від шкідливих організмів (шкідників, збудників хвороб та бур'янів) у середньому складають 25-30% [1]. Ефективне біологічне агровиробництво не можливе без вирішення проблем захисту рослин на основі комплексного використання біотехнологічних альтернатив.

Аналізуючи різні альтернативні розробки біологізованих агротехнологій вирощування зернових культур (обробка насіння біоінокулянтами, внесення біодобрив, регуляторів та біостимуляторів росту, біофунгіцидів), можна відмітити, що підвищення урожайності агроценозів у сучасних умовах є найбільш проблемним питанням, а вирішення його потребує запровадження адаптивних біологічних систем землеробства [2].

Застосування біологічних препаратів є основою стратегічного еколого-біологічного заходу контролю шкідливих організмів у посівах сільськогосподарських культур за органічного землеробства. Одним із

заходів захисту рослин від хвороб є використання біопрепаратів для передпосівної інокуляції насіння. Важливим аспектом дії мікробних препаратів є підвищення стійкості рослин до несприятливих факторів навколишнього середовища – високих та низьких температур, нестачі вологи, фітотоксичної дії пестицидів, пошкодження шкідниками та хворобами, що в кінцевому результаті сприяє значному підвищенню врожайності та покращенню якості продукції [3].

Мета досліджень. Визначення впливу біопрепаратів на розвиток хвороб насіння зернових колосових та їх ріст у різних температурних умовах для подальшого використання отриманої інформації для створення моделі формування продуктивності зернових.

Виклад основного матеріалу дослідження. Проведено дослідження ростостимулювального впливу Триходерміну на проростання насіння озимої пшениці (рис. 1) та на ріст зернових колосових (рис. 2) за різних температурних умов, порівняно з хімічними препаратами.



Рисунок 1 – Ураження сходів озимої пшениці альтернarioзом: насіння оброблено Триходерміном (зліва) – ознаки хвороби відсутні; насіння оброблено Вітаваксом (справа) – сходи уражені альтернarioзом

Триходермін – водна суспензія на основі мікроскопічного гриба *Trichoderma viride*, який продукує цілий ряд біологічно-активних речовин, що пригнічують збудників хвороб, стримують репродуктивну функцію фітопатогенів, стимулюють ріст та розвиток рослин, підвищують їх стійкість до хвороб. У 2012 р. Триходермін перереєстрований і внесений до «Переліку препаратів, дозволених до застосування в Україні» [4, 5].

Встановлено, що максимальна ефективність від застосування Триходерміну досягається за температури 25-28°C і відносній вологості не менше 75%. У процесі проведення досліджень виявлено переваги ростостимулюючої дії біопрепарату, порівняно з дією карбоксилу, який є

відомим стимулятором росту (рис. 2).

Дослідження впливу біофунгіцидів на оброблене насіння зернових колосових на фітопатогенний потенціал ґрунту проводились шляхом постановки в лабораторних умовах експерименту з вирощування пшениці протягом 10 діб після проростання на змодельованій ґрунтово-солом'яній суміші (чорнозем з поживними рештками пшениці 3,5 т/га). Змодельована суміш розміщувалась у пластикових стаканчиках об'ємом 500 мл. У пластикові стакани висівалось по 10 зерен відповідно контроль та оброблені



Рисунок 2 – Ростостимулювальна дія Триходерміну БТ: сходи з насіння обробленого Триходерміном БТ (зліва); сходи з насіння оброблене карбоксилем (справа)

Триходерміном. Температурні умови вирощування: від + 5 °С до +15°С (у холодильнику); від + 20 °С до 30°С (у термостаті). Повторність дослідів – 3-х кратна. Всього було змодельовано 6 варіантів.

Фітопатогенний потенціал ґрунту визначався методом посіву на картопляно-сахарозному агаризованому середовищі шляхом підрахунку колоній фузаріозу (*Fusarium sp.*), сірої гнилизни (*Botrytis cinerea*) і пустостебельчатості томатів (*Pseudomonas corrugata*).

Результати досліджень наведено в таблиці 1 та на рисунку 3.

Як свідчать статистичні моделі, побудовані за результатами досліджень (див. рис. 3), максимальний рівень ефективності дії біопрепарату відмічено при температурі 24-26°С.

Таблиця 1 – Залежність фітопатогенного потенціалу ґрунту від температури та застосування біопрепарату

	Фітопатогенний потенціал, тис. колоній в 1 г ґрунту					
	Температура, °С					
	5	10	15	20	25	30
Контроль	0,98	1,23	1,65	4,72	9,67	9,58
Насіння оброблене Триходерміном	0,42	0,84	1,02	1,11	1,74	1,72

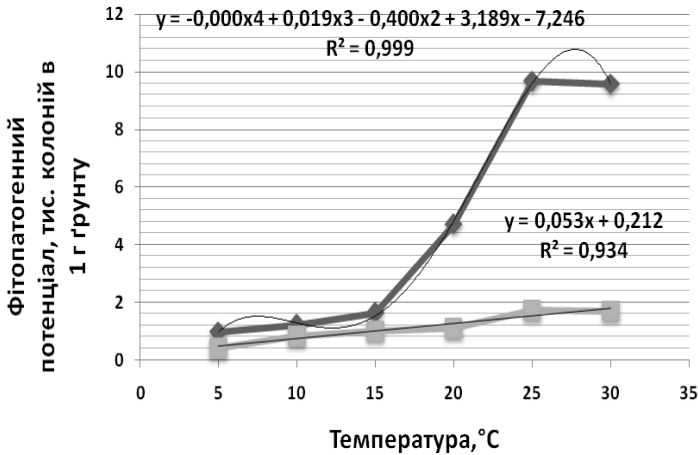


Рисунок 3 – Графіки залежності фітопатогенного потенціалу ґрунту від температури та застосування біопрепарату

Висновки. Максимальний рівень ефективності дії біопрепарату фунгіцидної дії Триходермін БТ (*Trichoderma lignorum*) на фітопатогенний потенціал ґрунту відмічено при температура 24-26°С.

Забезпечення адаптивності органічних технологій вирощування зернових колосових, які передбачають комплексне використання біопрепаратів захисту, залежно від зміни погодних умов полягає не лише у встановленому в процесі досліджень явищі підвищення ефективності біопрепаратів за умов глобального потепління, а й у створенні та впровадженні керованої агробіотехнологічної системи з урахуванням не тільки зміни параметрів кліматопу, а й прогнозованих кількісних та якісних змін ценозів шкочинних організмів.

Література

1. Методологічні і біотехнологічні основи індукування механізмів захисту рослин від хвороб (наукові основи і рекомендації) / [М.Д. Мельничук, В.В. Теслюк, В.О. Дубровін, І.П. Григорюк та ін.]. – К.:

Видавничий центр НУБіП України, 2011. – 41 с.

2. Мікробні препарати в сучасних аграрних технологіях (науково-практичні рекомендації) / За ред. В.В. Волкогона. – Київ, 2015. – 248 с.

3. Біологічні препарати проти хвороб зернових колосових культур / С. Ретьман, Г. Ткаленко, С. Михайленко // Спецвипуск. Пропозиція. Сучасні агротехнології із застосування біопрепаратів та регуляторів росту. – 2015. – С. 18-20.

4. Триходермин – препарат для защиты растений от комплекса заболеваний [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.kin.kiev.ua/prep/biologicheskie-preparaty/trikhotermin/>

5. Рекомендации по применению биологических средств защиты растений [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.centrbio.com/rekomendacii.php>

Аннотация

В статье приведены результаты лабораторных исследований влияния биопрепарата Триходермин на развитие болезней семян зерновых культур и фитопатогенный потенциал почвы в зависимости от температурных условий. Построена статистическая модель изменений фитопатогенного потенциала почвы от температуры и применения биопрепарата.

Обеспечение адаптивности органических технологий выращивания зерновых колосовых заключается не только в установленном в процессе исследований явлении повышения эффективности биопрепаратов в условиях глобального потепления, но и в создании и внедрении управляемой агробиотехнологической системы с учетом изменения параметров климата, прогнозируемых количественных и качественных изменений ценозов вредоносных организмов.

Summary

The results of laboratory studies on the effect on the development of a biological product Trihotermin diseases of cereal seeds and soil phytopathogenic potential depending on the temperature conditions. A statistical model changes in plant pathogenic potential of the soil temperature and the use of a biological product. Providing adaptive technologies of cultivation of organic cereal is not only established in the course of studying the phenomenon of increasing the effectiveness of biologics in terms of global warming, but also in the creation and implementation of Agri-controlled system for the changes in climate parameters, projected quantitative and qualitative changes harmful organisms cenoses.

ОПТИМІЗАЦІЯ УМОВ ФОТОСИНТЕЗУ АГРОЦЕНОЗІВ СОЇ ТА ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИНАМИ ЙОГО ПРОДУКТІВ

М. Новохацький, канд. с.-г. наук, доцент
УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

У статті на основі аналізу літературних джерел наведено дані про особливості формування та функціонування фотосинтетичного апарату агрофітоценозів сої, наведено дані про закономірності, які визначають ті або інші зміни інтенсивності і продуктивності фотосинтезу. Зроблено висновки про необхідність досліджень напрямів, характеру і масштабів цього процесу для управління ним і використання для розроблення раціональної технології вирощування сої та отримання високих біологічних і господарських врожайів зерна високої якості.

Ключові слова: *соя, фотосинтез, листя, асиміляти, продуктивність фотосинтезу.*

Вступ. Фотосинтез – головний чинник у формуванні врожаю [5, 11]. Від інтенсивності його процесу значною мірою залежить формування високої продуктивності посівів сої [8]. За даними вітчизняних та іноземних дослідників, маса сухої речовини врожаю сільськогосподарських культур на 90-95% складається з органічної речовини, яка утворюється в процесі фотосинтезу [3, 4, 8, 11, 15, 16, 22, 34], який володіє величезними невикористаними резервами [3]. Вся ця маса до 45% складається з вуглецю, який асимілюється рослиною за допомогою сонячної енергії [15]. Якби був знайдений економічний і технічно здійснений метод підвищення концентрації CO₂ приблизно на 30%, він дозволив би збільшити фотосинтез сої приблизно на 50% [17].

Доведено, що сучасні посіви сільськогосподарських культур – агроценози, – формують біологічні врожаї 3-6 т/га і використовують всього 0,5-1,5% фотосинтетично активної радіації (ФАР), а це значно нижче теоретично можливих [3, 26, 30, 37]. Водночас, цю величину можна збільшити до 4-5%, що дозволить довести врожайність до 10,0-15,0 т/га, тобто наблизити її до максимально можливого рівня [3].

Важливим завданням дослідної агрономії є розроблення системи заходів, спрямованих на максимальне зближення теоретично можливих і реальних показників використання сонячної енергії на фотосинтез. Це дасть можливість комплексно розробляти прийоми технологій вирощування, де кожен фактор урожайності (світло, живлення, волога, сортові особливості) узгоджений з іншими, і використовується з найбільшим коефіцієнтом корисної дії [37].

Агроценоз – це фітокомплекс, створений людиною, на кожний сантиметр поверхні якого (як і будь-яку іншу поверхню планети) щорічно спрямовується величезна кількість енергії Сонця – в середньому близько 55 ккал [26], – і цю енергію необхідно максимально використати в момент надходження, бо її просто неможливо використати в інший термін, як, наприклад, внесені в ґрунт поживні речовини [27].

Фотосинтез – це основний процес створення і накопичення органічної речовини та енергії зеленими рослинами. Усі вищі рослини за типом вуглецевого метаболізму, відповідно до сучасних уявлень, поділяються на три групи, які різняться первинними продуктами фотосинтезу: C_3 -рослини як первинний продукт утворюють трифосфогліцеринову кислоту (ЗФГК), C_4 -рослини – малат (солі яблучної кислоти) і аспартат (солі аспарагінової кислоти), що містять чотири атома вуглецю; рослини-ОКГ (обмін кислот за типом товстянкових) накопичують вночі малат, вдень – ЗФГК. Вважається, що C_3 -види стоять на нижчому шаблі в еволюції вуглецевого метаболізму. Від C_4 -видів вони відрізняються нижчою інтенсивністю фотосинтезу (15-40 проти 40-80 мг $CO_2/дм^2$ у C_4 -видів), повільним відтоком асимілятів, низькою ефективністю використання азоту, високим коефіцієнтом транспірації (450-950 проти 250-350 г H_2O на 1 г сухої речовини у C_4 -видів) і, як наслідок, зниженою продуктивністю [40].

Особливості перебігу процесів фотосинтезу у сої

Усі бобові, включаючи сою, відносяться до C_3 -рослин [33, 40]. Рослинам цього типу притаманні повільне утворення листків і слабкий ріст протягом майже тридцяти днів після появи сходів, а також підвищена абортивність квіток і насіння, слабка стійкість проти затінення, потреба у великій концентрації вуглекислого газу разом з оптимальними інсоляцією і температурою, підвищена активність дихання і, тому, непродуктивна витрата асимілятів [33].

Головним фактором, що лімітує фотосинтез в польових умовах, найчастіше виявляється вміст CO_2 в повітрі [31]. Темпи фотосинтезу прискорює збільшення вдвічі кількості вуглекислого газу. Чутливіші до цього явища через властивий їм тип вуглецевого метаболізму – швидше ростуть і досягають, збільшуючи врожай на 20-36%, – рослини групи C_3 , у яких спостерігається активна стимуляція фотосинтезу в атмосфері з підвищеним вмістом CO_2 [40, 41]. Рослини групи C_4 (кукурудза, сорго, цукрові буряки, просо тощо) менш чутливі до збільшення в повітрі вмісту CO_2 . [41].

Між інтенсивністю фотосинтезу та урожаєм насіння існує позитивна кореляція [42]. Щоб здійснювати фотосинтез з високим коефіцієнтом використання енергії світла, яке надходить від Сонця, посів повинен, перш за все, поглинати її в максимально можливих кількостях. А для цього він повинен утворити достатню площу листя. Встановлено, що оптимальні умови для фотосинтезу створювалися за швидкого нарощування листової поверхні

на початку вегетації до максимальної величини і збереженні її протягом тривалого часу. Максимальних розмірів поверхня асиміляції сої досягає у фазу цвітіння – утворення бобів [1, 28]. Зі збільшенням густоти стояння рослин сої листовий індекс посіву суттєво зростає, а площа листків однієї рослини зменшується [6, 9, 12, 24], але повільніше, ніж збільшення густоти стояння рослин [20].

Листя – не лише органи фотосинтезу, а й транспірації. Отже, чим більше енергії поглинає посів, чим інтенсивніший її прихід, тим більше він повинен мати в своєму розпорядженні доступної для випаровування води. Тож, щоб створити більшу площу листя, наприклад 40-50 тис. м²/га, здатну поглинати до 90% прийдешньої енергії світла, посів повинен мати легкодоступної вологи не менше 20-50 м³/га на добу, а фактично навіть більше, оскільки завжди йде випаровування з поверхні ґрунту та на балансування дефіциту вологості повітря [37].

Фотосинтез – основний процес живлення зелених рослин. Саме тому всі заходи технології вирощування (обробіток ґрунту, внесення добрив, зрошення тощо) практично спрямовані на те, щоб створити найбільш сприятливі умови для діяльності фотосинтетичного апарату, підвищити коефіцієнт використання рослиною сонячної енергії. А він поки-що невеликий і в більшості випадків не перевищує 0,5-1%, тобто на порядок менше теоретично можливого: коефіцієнт корисної дії фотосинтезу в експериментальних умовах сягає 25%, а в польових умовах – не більше 2,5% [31]. Це пов'язано з низкою причин, передовсім – з недостатнім забезпеченням агрофітоценозів мінеральним живленням і водою, невідмінним створювати оптимальні умови для діяльності кореневої системи, відповідну густоту рослин і оптимальну листову поверхню [38].

Одним з основних шляхів підвищення продуктивності фотосинтезу є збільшення до певних розмірів площі асиміляційних органів – листя, і підвищення їх працездатності, що зумовлює кількість променевої енергії, яка поглинається хлоропластами [30]. Теоретичні розрахунки й експериментальні дані дають підстави припустити, що найбільш сприятливий розподіл енергії світла всередині крони забезпечують вертикально розміщені листки з невеликими пластинками, які створюють низьку щільність крони. Крім того, це підсилює циркуляцію CO₂ і, отже, також збільшує інтенсивність фотосинтезу [17].

Розподіл продуктів фотосинтезу

Фізіологічна активність листків різних ярусів і їхній взаємозв'язок з репродуктивними органами є найважливішим фактором нормального забезпечення бобів та насіння поживними речовинами [39]. Накопичення сухої речовини в окремих органах рослин пов'язане не лише з фотосинтетичною діяльністю асиміляційного апарату, а й з інтенсивністю перерозподілу пластичних речовин між окремими органами однієї рослини [25, 43].

Перерозподіл продуктів фотосинтезу значно залежить від фізіологічного стану рослини. У період вегетації сої продукти фотосинтезу рослин використовуються локально. Приміром, на початкових фазах росту сої ці продукти від кожного листка головним чином спрямовуються в корені і в частини стебла, які ростуть, та до кожної точки росту [14, 32, 39, 40, 45]. Молоді листки одержують продукти фотосинтезу від старих, поки ще мають невелику робочу поверхню. За достатньої поверхні продукти фотосинтезу перестають надходити в молоді листки від старих навіть тоді, коли в цьому є потреба. З появою ж бобів напрям переміщення асимілятів різко змінюється, відтік асимілятів у верхівку стебла до молодих листків і до коренів припиняється [32, 39], верхнє листя залишається недорозвиненим, всі ростові процеси уповільнюються, а далі й зовсім припиняються [40]. Асиміляти не потрапляють від одного листка до іншого у випадку, коли деякі з них голодують від тривалого затінення. Цим і пояснюється завчасне опадання листків у нижньому більш затіненому ярусі [14, 32]. Асиміляти відтікають у плоди, де розподіляються між стулками і насінням. З листя надходить в насіння близько 70% цукрів, 8% амінокислот і 3% органічних кислот. Серед цукрів домінує сахароза [40].

Біологічною особливістю рослин сої є те, що в період плодоутворення асиміляти йдуть лише на живлення бобів. Причому від кожного листка асиміляти надходять тільки у ті боби, які знаходяться у його пазусі [14, 29, 32, 39, 40, 44] (рис. 1). Цим можна пояснити той факт, коли зі втратою листка у відповідному вузлі опадають боби, що особливо помітно у загущених посівах [14, 32]. Лише в тому випадку, коли біля листка немає власних бобів, асиміляти надходять у боби інших вузлів [29, 32, 39, 44], відбувається їх нелокальний розподіл [40]. Асимілювальна ж здатність листків, розташованих у різних частинах рослини, неоднакова, тому забезпечення асимілятами бобів, які формуються в верхніх і нижніх ярусах, проходить нерівномірно [29], якість насіння, яка утворилася у плодах, розташованих у різних місцях, суттєво відрізняється [40].

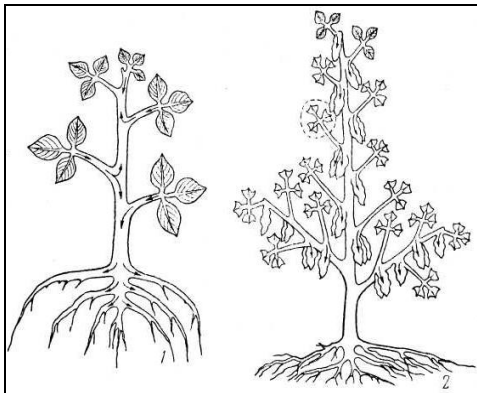


Рисунок 1 – Розподіл асимілятів у сої (за І.Ф. Беліковим) [39]:
1 – у період вегетативного розвитку;
2 – у період генеративного розвитку.

Денний хід фотосинтезу у сої є типовим для сільськогосподарських культур. Найбільш активно верхні, а в деяких випадках і середні, листки рослин поглинають молекули вуглекислоти в ранкові та післяобідні години. У полудень відзначається виражений спад активності фотосинтезу, в середньому на 40% [3]. Величина і динаміка добових приростів сухої біомаси, тобто чистої продуктивності фотосинтезу, протягом усього періоду вегетації залежать не лише від сортових особливостей, фази розвитку рослини, але значно і від інших біотичних та абіотичних факторів [23, 25]. Різниця в активності процесу фотосинтезу та продуктивності листового апарату рослин сої виникає під впливом мінливих умов зовнішнього середовища. До їх числа відносяться тривалість дня, інтенсивність і тривалість сонячної інсоляції, температура і вологість повітря, забезпеченість водою, поживними речовинами тощо. Всі ці фактори постійно змінюються і, складаючись сприятливо або несприятливо для життєдіяльності рослин, підвищують або знижують інтенсивність фотосинтезу рослин [13]. Найбільші значення продуктивності фотосинтезу відзначені у вологі роки, найменші – в посушливі [18, 35].

Динаміка чистої продуктивності фотосинтезу

Чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) змінюється залежно від умов вирощування [2], але її динаміка впродовж періоду вегетації у рослин сої носить синусоїдний характер [21, 22, 25, 36]. Динаміка використання ФАР посівами залежить від сортових особливостей і має вигляд одно- або двовершинної кривої з піками у фазі плодоутворення (одновершинна), або у фазах гілкування та плодоутворення (двовершинна) [7].

Найвищою ЧПФ є в період від початку формування листкового апарату до початку цвітіння: продуктивність фотосинтезу зростає від утворення примордіальних листків і першого справжнього листка до формування третього справжнього листка. У наступну фазу – в період між третім справжнім листом, масовим цвітінням і утворенням бобів, – продуктивність фотосинтезу знижується, потім – до наливання насіння, – знову зростає, а далі – аж до фізіологічної стиглості, – знову знижується, що пояснюється коливанням інтенсивності відтоку продуктів асиміляції протягом вегетації [12, 21]. Таким чином, найбільші показники ЧПФ соя має протягом періоду вегетативного розвитку рослин – від галуження до початку цвітіння [2, 5, 19].

У розріджених посівах, де створено сприятливі умови для роботи фотосинтетичного апарату, чиста продуктивність фотосинтезу вища, тому тут відмічено максимальну біологічну урожайність зерна з кожної рослини. Проте з одиниці площі за такої густоти рослин фактичний вихід зерна сої незначний. З іншого боку, в загущених посівах, де показники ЧПФ нижчі, біологічна урожайність зерна сої з однієї рослини значно знижується [8].

Зі збільшенням площі листової поверхні і фотосинтетичного потенціалу відбувається зниження продуктивності фотосинтезу [18]. Зв'язок між цими показниками, відповідно до результатів наших досліджень,

виражається негативною кореляційною залежністю ($r = -0,81$, $d = 0,66$) [10]. Це залежить як від життєдіяльності листків різних ярусів, так і від нерівномірності їх освітлення. У листках нижніх ярусів внаслідок затінення фотосинтез різко слабне, що негативно відображається на постачанні найближчих бобів необхідними речовинами. Тому вони є неповноцінними або опадають. Це особливо яскраво проявляється в загущених посівах: урожай знижується як за рахунок меншої кількості бобів, так і меншої їх ваги [29].

Висновки. Рівень урожайності сої визначається величиною асиміляційної поверхні агроценозу та продуктивністю її фотосинтетичної діяльності. Дослідження напрямів, характеру і масштабів цього процесу для управління ним і використання для розроблення раціональної технології вирощування сої, знання закономірностей, які визначають ті або інші зміни інтенсивності і продуктивності фотосинтезу, вміння управляти цими змінами є однією з важливих основ отримання високих біологічних і господарських врожаїв зерна сої високої якості.

Література

1. *Абаев А.А.* Влияние сроков посева на рост, развитие и продуктивность зернобобовых культур в лесостепной зоне РСО-Алания / *Абаев А.А., Казаченко И.Г., Хохоева Н.Т.* // Аграрный вестник Урала. – 2009. – № 6 (60). – С. 31-33.
2. *Абдуллаева З.-М. К.* Влияние водного режима, способов полива и минерального питания на продуктивность поживной сои в условиях Апшеронского полуострова: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.02 – мелиорация и орошаемое земледелие. – Херсон, 1988. – 19 с.
3. *Амелин А.В.* Особенности фотосинтеза в онтогенезе различных по эколого-географическому происхождению сортов сои / *Амелин А.В., Кузнецов И.И., Чекалин Е.И.* // Вестник Орловского ГАУ. – 2011. – № 3 (30). – С. 2-4.
4. *Антоненко М.К.* Развитие и физиологическая активность хлорофиллоносного аппарата сахарной свеклы сортов урожайного и сахаристого направления: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 101 – физиология растений / ВНИС. – Киев, 1968. – 26 с.
5. *Бабич А.А.* Фотосинтетическая деятельность и продуктивность сои при известковании, внесении минеральных удобрений и инокуляции в условиях Лесостепи Украины / *Бабич А.А., Петриченко В.Ф.* // Вестник с.-х. науки. – 1992. – № 5-6. – С. 110-117.
6. *Бабич А.О.* Освітленість рослин та її вплив на динаміку листового індексу посівів сої в умовах правобережного Лісостепу України / *Бабич А.О., Новохацький М.Л.* // Аграрний вісник Причорномор'я: Біологічні та сільськогосподарські науки. – Вип. 12. – Одеса, 2001. – С. 179-184.
7. *Бабич А.О.* Особливості накопичення сухої речовини та поглинання фотосинтетично активної радіації посівами сої / *Бабич А.О., Новохацький*

М.Л., Ткачук В.М., Грабовський О.О. // Вісник Білоцерківського ДАУ: 36. наук. праць. – Біла Церква, 2003. – Вип. 26. – С. 3-11.

8. *Бабич А.О.* Фотосинтетична продуктивність посівів та врожайність зерна сої залежно від способів сівби і густоти рослин. / *Бабич А.О., Петриченко В.Ф.* // Корми і кормовиробництво. – 1991. – Вип. 31. – С. 7-9.

9. *Бабич А.О.* Продуктивність сої сорту Київська 27 залежно від способу розміщення рослин та їх густоти в умовах зрошення Лісостепу України / *Бабич А.О., Підпалій І.Ф., Козут В.Ф., Клекот Н.І.* // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції “Україна в світових земельних, продовольчих і кормових ресурсах і економічних відносинах” 11-14 грудня 1995 року в м. Вінниця. – Вінниця: Аграрна наука, 1995. – С. 325-326.

10. *Бабич А.О.* Формування фотосинтетичного потенціалу та динаміка чистої продуктивності фотосинтезу посівів сої залежно від сорту, попередника та норми висіву насіння / *Бабич А.О., Ткачук В.М., Новохацький М.Л.* // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – 2003. – Вип. 3 (23). – Том 1. – С. 194-200.

11. *Баранов В.Ф.* Продуктивність нових сортів сої в посевах с різної шириною междурядий / *Баранов В.Ф., Уго Торо Корреа* // Масличные культуры: Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2006. – Вип. № 1 (134). – С. 53-57.

12. *Бєбин С.И.* Влияние густоты посева и минеральных удобрений на урожай сои в центральной чернозёмной полосе / *Бєбин С.И., Игнатенко Ю.Е.* // Известия ТСХА. – 1969. – Вип. 3. – С. 34-45.

13. *Бєгишев А.Н.* Влияние полевого ухода на рост и работоспособность листьев сои. – Вопросы селекции и агротехники сои СССР. Сборник НИР под ред. И.Н. Гальченко. – М.: Гос. изд-во с.-х. литературы, 1953. – 122-127.

14. *Беликов И.Ф.* Вопросы биологии и возделывания сои – Биология возделывания сои. Сборник. Под ред. А. Оранской. – Владивосток, 1971. – С. 6-16.

15. *Беликов И.Ф.* Развитие растений сои в зависимости от размещения – Соя. Сборник статей. Под ред. В.Б. Енкена. – М.: Изд-во с.-х. лит-ры, журналов и плакатов, 1963. – С. 88-94.

16. *Боровой Е.П.* Особенности фотосинтетической деятельности и продуктивность сои при капельном орошении в условиях Нижнего Поволжья / *Боровой Е.П., Белик О.А.* // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2009. – № 4 (16). – С. 47-52.

17. *Вебер К.* Физиологические основы получения высоких урожаев сои // Сельское хозяйство за рубежом. Растениеводство. – 1969. – №7. – С. 42-45.

18. *Волошенко С.В.* Обоснование основных приёмов возделывания сои на предкавказских карбонатных чернозёмах зоны достаточного увлажнения: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Ставрополь, 1985. – 20 с.

19. *Гриценко В.Г.* Расширять посе́вы сои в Нижнем Поволжье. // Масличные культуры. – 1982. – №1. – С. 28-29.

20. *Гуреева Е.В.* Норма высева семян и продукционный процесс сортов сои в Нечерноземной зоне / *Гуреева Е.В., Храмой В.К.* // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование, здравоохранение, физическая культура. – 2009. – № 1. – С. 60-62.

21. *Дзюбайло А.Г.* Формування продуктивності сортів сої залежно від норм висіву насіння, удобрення та інокулювання / *Дзюбайло А.Г., Мигаль І.Б.* // Корми і кормовиробництво. – 2011. – Вип. 69. – С. 129-132.

22. *Дробітько О.М.* Продуктивність фотосинтезу і урожайність сої залежно від просторового і кількісного розміщення рослин в агроценозі // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – 2007. – Вип. 2. – С. 240-245.

23. *Жеребко В.М.* Вплив захисту посівів сої від забур'янення на її продуктивність у лісостепу України / *Жеребко В.М., Чернега Т.О., Жеребко Ю.В., Конопольський О.П.* // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – 2003. – Вип. 3 (23). – Том 2. – С. 44-49.

24. *Заверюхин В.И.* Изучение основных вопросов агротехники сои на орошаемых землях юга Украины: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 538 – растениеводство. – Кишинёв, 1968. – 23 с.

25. *Ивебор Л.У.* Влияние стимуляторов роста на фотосинтетическую деятельность, накопление и распределение сухих веществ у растений сои // Масличные культуры: Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2006. – Вып. № 2 (135). – С. 110-114.

26. *Іващенко О.О.* Енергетичні аспекти агрофітоценозів / *Іващенко О.О., Іващенко О.О.* // Карантин і захист рослин. – 2005. – № 4. – С. 21-23.

27. *Іващенко О.О.* Методологія сучасних досліджень в рослинництві // Збірник наукових праць Інституту цукрових буряків УААН. – Київ, 2007. – Вип. 9. – С. 88-95.

28. *Казаченко И.Г.* Оптимальные сроки посева перспективных сортов сои в условиях лесостепной зоны РСО-Алания // Известия Горского ГАУ. – 2010. – Т. 47. – № 1. – С. 31-34.

29. *Кизилова Е.Г.* Разнокачественность семян и её агрономическое значение – К.: Урожай, 1974. – 216 с.

30. *Лебедев С.И.* Физиология растений. – Киев: “Вища школа”, 1978 – 440 с.

31. *Леопольд А.* Рост и развитие растений – М.: Издательство «Мир», 1968. – 496 с.

32. *Лещенко А.К.* Культура сої на Україні. – Київ: Вид-во УАСГН, 1962. – 328 с.

33. *Лещенко А.К., Михайлов В.Г., Сичкарь В.И.* Селекция, семеноведение и семеноводство сои. – Киев: «Урожай», 1985 – 120 с.

34. *Ли Хунпэн* Оценка сортов и сортообразцов сои на устойчивость к соевой цистообразующей нематодe / *Ли Хунпэн, Дубовицкая Л.К., Кожушко И.Б.* // Вестник Алтайского ГАУ. – 2007. – № 11 (37). – С. 27-30.

35. *Медведева З.М.* Особенности формирования продуктивности сои в

Западной Сибири / *Медведева З.М., Бабарыкина С.А.* // Вестник Новосибирского ГАУ. – 2011. – Т. 2. – № 18. – С. 19-23.

36. *Мигаль І.Б.* Формування продуктивності сої залежно від біологічних особливостей сорту, норм висіву насіння та рівня мінерального живлення в умовах Лісостепу західного: Автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.09 – рослинництво. – Вінниця, 2011. – 20 с.

37. *Ничипорович А.А.* Фотосинтез и вопросы повышения урожайности растений // Вестник с.-х. науки. – 1966. – №2. – С. 1-12.

38. *Овчаров К.Е.* Физиология формирования и прорастания семян. – М.: «Колос», 1976. – 256 с.

39. *Овчаров К.Е., Кизилова Е.Г.* Разнокачественность семян и продуктивность растений. – М.: «Колос», 1966. – 160 с.

40. *Соя / Под ред. доктора с.-х. наук Ю.П. Мякушко, кандидата с.-х. наук В.Ф. Баранова / ВАСХНИЛ.* – М.: Колос, 1984. – 332 с.

41. *Шевніков М.Я.* Соя – важливий компонент для ефективного використання біокліматичного потенціалу лівобережної частини Лісостепу України // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2009. – № 1. – С. 9-12.

42. *Ashley D.A., Boerma H.R.* Canopy photosynthesis and its association with seed yield in advanced generation of a soybean cross // Crop Sc. – 1989. – Т. 29. – N 4. – P. 1042-1045.

43. *Basuchaundhuri B.* Partitioning of assimilates in soybean canopy // Ann. Agr. Res. – 1988. – Т.9. – №2. – P. 270-272.

44. *Calmes J., Bensari M., Viala G., Gelfi N.* Les assimilats foliaires du soja et leur utilisation pour le remplissage des graines: influence de l'“apport d” azote // Inform. Techn/Centre Techn. Interprof. Oleagineux Metrop. – Paris. – 1988. – Т. 105. – P. 3-8.

45. *Kokubun M.* Design and evaluation of soybean ideotypes // Bull. Tohoku Nat. Agr. Expres. Stat. Morioka. – Japan. – 1988. – Т. 77. – P. 77-142.

Аннотация

В статье на основе анализа литературных источников приведены данные об особенностях формирования и функционирования фотосинтетического аппарата агрофитоценозов сои, приведены данные о закономерностях, определяющих те или иные изменения интенсивности и продуктивности фотосинтеза. Сделаны выводы о необходимости исследований направлений, характера и масштабов этого процесса для управления им и использования для разработки рациональной технологии выращивания сои и получения высоких биологических и хозяйственных урожаев зерна высокого качества.

Summary

In the article, based on the analysis of literary sources, data on the peculiarities of the formation and functioning of the photosynthetic apparatus of soybean agrophytocenoses is given, and data on the regularities determining those or other changes in the intensity and productivity of photosynthesis are given. Conclusions are made on the necessity of investigating the directions, nature and extent of this process for its management and use for the development of a rational technology for growing soybeans and for obtaining high biological and economic harvests of high quality grains.

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РІЗНИХ СПОСОБІВ ЗБИРАННЯ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО

Р. Войтович,

Львівська філія УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого,

А. Шувар, канд. с.-г. наук,

*Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН
України*

У статті проаналізовано стан і проблеми льонарства в Україні. Запропоновано і досліджено різні способи збирання льону олійного із застосуванням комбайнної і роздільної технологій. Наведено результати досліджень зернозбирального комбайна СК-5М «Нива», скошування роторною косаркою Z-169 та самохідною косаркою «Fortschritt» E-302 із наступним підбиранням валків зернозбиральним комбайном СК-5М «Нива», обладнаним підбиральним пристроєм на збиранні льону олійного. Визначено врожайність та втрати насіння за прямого комбайнування та роздільного способу збирання льону олійного. Обґрунтовано ефективність застосування різних способів збирання льону олійного та наведено рекомендації їх використання.

Ключові слова: дослідження, льон олійний, ефективність, способи збирання.

Постановка проблеми. Львівська філія УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого протягом своєї діяльності постійно займається проблемами льонарства. За її активної участі здійснено перші спроби механізації процесу збирання льону-довгунця в Західному регіоні України, впровадженні механізовані технології збирання. Спеціалістами філії було впроваджено прогресивну технологію вирощування льону-довгунця на базі комбайнового збирання, ефект якої полягав у максимальній механізації всіх процесів і забезпеченні високих врожаїв льонопродукції.

Удосконалення прогресивної технології відбулось у 80-х роках минулого століття. Фактична урожайність насіння льону-довгунцю сягала 4-6 ц/га, а волокна 7-10 ц/га. При виході довгого льоноволокна 40% рентабельність льонарства складала 150%.

В часи переходу на ринкові відносини льонарство занепало, як і інші голузі сільськогосподарського виробництва. Однією із головних причин її занепаду була велика трудомісткість, яка через постійне зростання вартості енергоносіїв, добрив, пестицидів зумовила різке падіння прибутковості. Льонозаводи, які купували у льонозаводів тресту, стали

неплатоспроможними. Потім занепали льононасінницькі станції і система насінництва.

Через відсутність попиту на внутрішньому ринку льонотрести, площі під льон-довгунець різко скоротились. Однак одночасно зросла потреба у лляній олії.

Як відомо, льон олійний є теплолюбною рослиною і тому вирощування його в умовах Заходу України не до кінця вивчено. Також не до кінця вивчено використання льонотехніки, яка залишилась у спадок.

Зараз в Україні переважає комбайнова технологія збирання льону. Але не завжди застосування комбайнової технології є ефективним і доцільним. Для збирання льону в ґрунтово-кліматичних умовах Західного регіону України часто застосовуються роздільні способи збирання. Тому вивчення застосування роздільного способу збирання із використанням різних технічних засобів на сьогодні є актуальним.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. За останні роки в Україні постійно зростають посівні площі під льоном олійним. У 2008 році посіви культури становили 19,3 тис. га з середньою врожайністю 15,0 ц/га. Ціни коливались в діапазоні 2,5-3,1 тис. грн. за тону. Великий попит на насіння є з боку країн ЄС, США, Канади потенціал яких становить близько 40 тис. тонн [1].

Льон-олійний – цінна харчова та лікувальна рослина, що має два різновиди – кудряш і межеумок, а також він є джерелом олії та волокна. Більше олії містить насіння кудряша – 44% проти 42% у межеумка [2].

Висота стеблостою льону становить 30-50 см і вважається культурою низькорослою. Стебло культури гілкується у підстави, тому у більшості випадків використання льонокомбайнів для його збирання є неефективним і недоцільним.

Постійне збільшення посівних площ під льон олійний змушує вести пошук і розроблення нових технологій збирання, які б дозволили проводити збиральні роботи у короткі строки з мінімальними затратами і втратами насіння.

Постановка завдання. Вітчизняна промисловість не випускає спеціалізованої техніки для збирання льону, окрім поодиноких дослідних зразків. Тому на цьому етапі розвитку галузі необхідно дослідити можливості застосування наявних у господарствах технічних засобів.

Виклад основного матеріалу. Дослідження проводились на полях Львівської філії УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого порівнянням отриманих результатів застосування різних технічних засобів та технологічних рішень за комбайнового і роздільного способів збирання олійного льону з різними нормами удобрення (табл. 1).

У ході проведення досліджень визначались біологічна і фактична врожайності, показники якості виконання технологічного процесу, природні втрати врожаю і втрати після збирання.

Таблиця 1 – **Фони живлення на дослідних ділянках посіву льону олійного та способи збирання технічними засобами**

Фон живлення			Спосіб збирання	Технічний засіб
Контроль (К)	Ф 1	Ф 2		
без підживлення	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	N ₄₅ P ₉₀ K ₁₂₀	примий	Зернозбиральний комбайн СК-5М «Нива»
без підживлення	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	N ₄₅ P ₉₀ K ₁₂₀	роздільний	роторна косарка Z-169, СК-5М «Нива» з підбиральним пристроєм
без підживлення	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	N ₄₅ P ₉₀ K ₁₂₀	роздільний	самохідною косаркою «Fortschritt» E-302, СК-5М «Нива» з підбиральним пристроєм

Ступінь відповідності показників визначався на основі аналізу отриманих результатів під час лабораторно-польових і технологічних досліджень. Для визначення доцільності застосування способів збирання льону олійного сорту «Айсберг» різними технічними засобами проводились на одному полі в однакових ґрунтово-кліматичних умовах. Для дослідження комбайнового способу збирання льону олійного використано зернозбиральний комбайн СК-5М «Нива», а для роздільного – скошування роторною косаркою Z-169 та самохідною косаркою «Fortschritt» E-302 із наступним підбором валків зернозбиральним комбайном СК-5М «Нива», обладнаним підбиральним пристроєм.

Погодні умови в період досліджень характеризувались низькими температурними показниками і значною кількістю опадів на початку вегетації та високою температурою повітря на початок періоду досягання коробочок (фаза зеленої стиглості).

Висота стеблостою льону олійного на початок збирання врожаю становила від 40 до 45 см і розгалуження стебел було на висоті 25 см, тому застосування льонокомбайна ЛК-4А є неефективним і недоцільним через більш як 50% втрат врожаю.

Результатами досліджень встановлено, що на фактичну врожайність льону олійного в основному, мали значний вплив способи збирання із застосуванням різних технічних засобів (табл. 2). Приміром, пряме комбайнування зернозбиральним комбайном СК-5М «Нива» забезпечило нижчий відсоток загальних втрат, ніж роздільний і склало від 3,45 до 4,66 ц/га (2,25 ц/га на контролі). За роздільного способу збирання із використанням роторної косарки Z-169 з подальшим підбиранням валків зернозбиральним комбайном СК-5М «Нива» загальні втрати склали від 4,2 до 4,3 ц/га (2,25 ц/га на контролі).

Таблиця 2 – Урожайність і втрати насіння при збиранні льону олійного сорту «Айсберг»

Показник	Пряме комбайнування СК-5М «Нива»			Підбір СК-5М «Нива» після косіння роторною косаркою Z-169			
	К	Ф ₁	Ф ₂	К	Ф ₁	Ф ₂	
1	2	3	4	5	6	7	
Чистота (вміст домішок), %	17,4	21,8	21,5	16,3	11,2	12,8	
Фактична урожайність насіння, ц/га	3,1	5,8	7,3	2,3	4,5	5,7	
Природні втрати (до проходження комбайна), кг/га	0,2	0,55	0,45	1,05	1,5	1,42	
1	2	3	4	5	6	7	
Втрати насінням і коробочками, ц/га	1,9	2,8	2,0	1,9	2,6	2,75	
Втрати від недообмолочування, ц/га	0,4	1,85	1,45	0,45	1,6	1,55	
Загальні втрати на збиранні	ц/га	2,3	4,65	3,45	2,25	4,2	4,3
	%	33,2	43,8	30,7	32,6	39,5	38,3

Дослідженнями також встановлено, що застосування самохідної косарки «Fortschritt» E-302 в роздільній технології збирання льону олійного є низько ефективним через часті забивки ріжучого апарату жнивarki (намотування стебел на шнек). Найбільших втрат відмічено при такому способі збирання вільним насінням.

Використання роторні косарки Z-169 призвело до збільшення втрат коробочками, оскільки косіння проводили в кінці фази жовтої стиглості, через несприятливі погодні умови. Найбільші загальні втрати було зафіксовано на застосування роторні косарки Z-169. Однак самохідна косарка «Fortschritt» E-302 мала низьку змінну продуктивність на зниження якої вплинули часті технологічні забивання, а саме намотування стебел льону на шнек жнивarki.

Висновки. Несприятливі кліматичні умови, що склалися під час досягання льону олійного, збільшили строки косіння стеблостою (покладання у валок) для подальшого рівномірного досягання насіння в насінневих коробочках та період для проведення прямого комбайнування.

Найменших втрат на збиранні льону олійного сорту «Айсберг» досягнуто під час прямого комбайнуванні СК-5М «Нива», які становили до 3,45 ц/га. Разом з тим, через часті забивання шнека жнивarki застосування цього способу на великих посівних площах за умови несприятливих погодних умов не дозволило провести збирання льону олійного в стислі строки.

Застосування косарки Z-169 в роздільному способі збирання призвело до збільшення втрат порівняно з прямим комбайнуванням і становило 4,2 ц/га.

Отже, за результатами досліджень в ґрунтово-кліматичних умовах Малого Полісся, які склалися у 2016 році на період збирання льону олійного, ефективним способом є роздільний із застосуванням косарки роторної Z-169

з подальшим підбором валків зернозбиральним комбайном СК-5М «Нива» з підбиральним пристроєм.

Література

1. Товстановська Т. Увага льону олійному / Т. Товстановська, Л. Першина // Фермер. – 2009. - №3. – С. 3-5.
2. Кліщенко С. Льон-кудряш – усі таємниці агротехнологій / С. Кліщенко, О. Дрозд // Агроекспрес. – 2009. -№5(10). – С. 17-18.
3. Макаєв В. Дослідження процесу збирання льону-довгунця зернозбиральним комбайном СК-5М «Нива» / В. Макаєв // Біологія, вирощування, збирання та первинна переробка льону і конопель: зб. наук. праць ІЛК УААН, 2004. – Вип. 3. – С. 123-126.
4. Порівняльна оцінка насіннєвої продуктивності льону-довгунця і льону олійного та експертиза їх збирання: звіт про НДР / Львівська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. – 2016 р.

Анотація

В статтє проанализированы состояние и проблемы льноводства в Украине. Предложено и исследованы различные способы уборки льна масличного с применением комбайновой и раздельной технологий. Приведены результаты исследований зерноуборочного комбайна СК-5М «Нива», скашивания роторной косилкой Z-169 и самоходной косилкой «Fortschritt» E-302 с последующим подбором валков зерноуборочным комбайном СК-5М «Нива», оборудованным подбирающим устройством на уборке льна масличного. Определены урожайность и потери семян при прямом комбайнировании и раздельном способе уборки льна масличного. Обоснована эффективность применения различных способов уборки льна масличного и приведены рекомендации их использования.

Summary.

In the article, consisting and problems of flax cultivation is analysed of Ukraine. The different methods of collection of flax oily are offered and investigational with application of combine and separate technologies. The results of researches of combine harvester of SK-5M the «Field», mowing the rotor mower of Z-169 and self-propelled mower of «Fortschritt» E-302, are resulted with the next selection of rollers by the combine harvester of SK-5M the «Field», by the equipped picking up device on collection of flax oily. Certainly the productivity and losses of seed.

УДК 633.196:631.42:631.11:631.6 (477.72)

ВПЛИВ СПОСОБІВ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКА ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ CLEARFIELD

В. Мальярчук, канд. с.-г. наук,

Південно-Українська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

У статті наведені результати експериментальних досліджень впливу різних способів і глибини основного обробітку ґрунту на продуктивність і економічну ефективність вирощування соняшника.

Автор дійшов висновку що, найвища врожайність соняшника 1,72-1,84т/га отримана за оранки на 28-30 см, що базується на технології «Clearfield», із застосування гербіциду «Євролайтнінг», в той час як за дискування вона складала 1,33-1,41, а за сівби в попередньо необроблений ґрунт 0,94-1,03 т/га.

Ключові слова: соняшник, гібриди, спосіб і глибина обробітку ґрунту, продуктивність, економічна ефективність

Постановка проблеми. Попит на насіння соняшника і продукти його переробки значно зріс як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках. Така ситуація на ринку соняшника стала головним стимулом розширення площ посіву в Україні до 5,5 млн. га і зростання валового виробництва цієї культури до 12,0 млн. тонн.

Тому розроблення і запровадження вологонакопичувальних способів основного обробітку ґрунту та сівби в попередньо необроблений ґрунт в технологіях вирощування соняшника з використанням новітніх високопродуктивних гібридів та засобів захисту рослин від бур'янів є дуже актуальним і потребує об'єктивної еколого-економічної оцінки.

Стан вивчення проблеми. Дослідження проведені в різних ґрунтово-екологічних зонах України свідчать, що найбільш сприятливі умови для формування високих урожаїв соняшника створюються за глибокого основного обробітку ґрунту з обертанням скиби. Заміна оранки на безпліщеві способи основного обробітку та зменшення глибини розпушування в переважній більшості досліджень призводило до істотного зниження урожайності через погіршення водного і поживного режимів та фітосанітарного стану посівів [1, 2, 3].

Завдання і методика досліджень. Протягом 2015-2016 років на дослідному полі Південно-Української філії УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого проводилися експериментальні дослідження з адаптації технології «Clearfield», до посушливих умов Сухо-степової ґрунтово-екологічної зони Степу України. На вивчення в досліді поставлено три варіанти основного

обробітку: оранка на глибину 28-30 см оборотним 5-ти корпусним плугом виробництва ПП ВКФ «Велес-Агро»,; дисковий обробіток на 10-12 см дисковими боронами виробництва ПАТ «Ельворті» – PALADA-6000; сівба в попередньо необроблений ґрунт сівалкою «Вега» виробництва ПАТ «Ельворті». Способи основного обробітку ґрунту відрізнялися між собою глибиною розпушування та витратами матеріальних, трудових, енергетичних і грошових ресурсів на їх виконання.

Удосконалюючи технологію «Clearfield», яка базувалася на застосуванні гербіциду «Свролайтнінг», використовувалися гібриди селекції фірми «EURALIS SEMENCES» – Романтик та Старбелла.

Дослідження проводилися в зерно-паро-просапній сівозміні, соняшник висівався після пшениці озимої, висіяної по чорному пару.

Метою досліджень було виявлення найбільш ефективних способів основного обробітку ґрунту у вирощуванні соняшника на богарних землях та встановлення їхнього впливу на формування врожаю.

Результати досліджень. Способи основного обробітку ґрунту відрізнялися між собою глибиною розпушування та витратами матеріальних, трудових, енергетичних і грошових ресурсів на їх виконання. За контроль в досліді прийнята оранка з витратами 940 грн/га на її проведення, у другому варіанті під соняшник застосовувалося дворазове дискове розпушування з витратами 752 грн/га, або в 1,25 раза меншими ніж на контролі. У варіанті з сівбою в попередньо необроблений ґрунт витрати на придбання і внесення гербіциду «Раундап Макс» склали 495 грн/га., або були нижчими ніж у варіанті оранки (контроль) в 1,9 рази, а порівняно з дворазовим луценням – у півтора рази.

Найбільш високу питому вагу в сумі витрат на основний обробіток посідають за грошовою та енергетичною оцінкою паливно-мастильні матеріали від 74,7 % на оранці до 80,4% на дисковому розпушуванні з витратами дизельного пального відповідно 25,2 та 15,2 л.

Експериментальними випробуваннями встановлено, що застосування мінімізованих способів основного обробітку і сівби в попередньо необроблений ґрунт призводить до істотного зниження продуктивності обох гібридів.

Приміром, урожайність гібриду Романтик в середньому за 2 роки за оранки на глибину 28-30 см без зрошення склала 1,7 т/га, за луцення на глибину 12-14 см вона знизилася до 1,3 т/га і за сівби в попередньо необроблений ґрунт – 0,9 т/га. Урожайність гібриду Старбелла підпорядкована таким самим закономірностям з вищим рівнем продуктивності на 6,5-9,5% (табл. 1).

Різниця між рівнями урожайності між гібридами за роками досліджень була не завжди істотною, водночас за варіантами способів і глибини основного обробітку перевага залишалася за оранкою. Приміром, гібрид

Романтик за оранки на глибину 28-30 см забезпечив у середньому за два роки урожайність 1,72 т/га, а гібрид Старбелла 1,84 т/га або на 7,0 % більше.

Таблиця 1 – Урожайність гібридів соняшника за різних способів основного обробітку в середньому за 2015-2016 рр, т/га

№ вар	Спосіб обробітку	Гібрид Романтик			Гібрид Старбелла		
		2015	2016	середнє	2015	2016	середнє
1	Оранка (28-30) см	1,63	1,81	1,72	1,73	1,95	1,84
2	Дискування (10-12) см	1,21	1,45	1,33	1,29	1,54	1,41
3	No-Till	0,84	1,04	0,94	0,92	1,13	1,03
	НР ₀₅	0,36	0,32		0,38	0,40	

За дискового розпушування продуктивність гібриду Старбелла була вищою порівняно з Романтиком на 6,0 %, подібна закономірність відзначається і з сівбою в попередньо необроблений ґрунт, тут продуктивність зросла на 9,6%.

З початком польових робіт у варіантах з основним зяблевим та дисковим обробітком проводилося боронування і одна суцільна культивування паровими культиваторами.

Загальні витрати на комплекс весняно-польових та пов'язаних з внесенням добрив і гербіцидів робіт та їхньою вартістю, а також технологічних заходів по догляду за посівами пд. Час вирощування гібриду Старбелла у варіанті оранки склали 3800,0 грн/га, а у варіанті лушення – 3382,0 грн/га, або були меншими на 418 грн/га.

У варіанті «нульового обробітку» під час вирощування гібридів Романтик і Старобелла витрати пов'язані з внесенням добрив, сівбою та одноразовим внесенням гербіциду «Євролайтнинг» за технології «Clearfield» склали 3125,0 грн./га.

Збирання врожаю соняшника проводилося експериментальним зразком комбайна «СКІФ-250» і жнивваркою ПЗС-12 виробництва ТОВ НВП «Херсонський машинобудівний завод». Експлуатаційні витрати на збирання і перевезення врожаю на тік за варіантами дослідів коливалися в межах 650 - 687,7 грн/га.

Загальні витрати на досліджувані технології вирощування соняшника за нульового обробітку склали в середньому за 2 роки - 5402,3 грн./га.

Застосування під досліджувані гібриди соняшнику технології «Clearfield» за оранки призводило до зростання загальних витрат -5987,7 грн./га, а на фоні дискового мілкового розпушування витрати були дещо нижчими і склали -5569,7 грн./га.

Найбільш низьку собівартість (3254,2 грн.) однієї тонни насіння, найбільш високий чистий прибуток (11676,3 грн.) з гектара посіву і рівень

рентабельності виробництва (195,0%) на неполивному фоні забезпечив гібрид Старбелла за оранки на глибину 28-30 см.

Виробниче випробування гібриду Старбелла за застосування технології «Clearfield» довело високу його ефективність особливо за глибокого зяблевого основного обробітку з обертанням скиби.

Висновок:

У сівозмінах на неполивних землях Півдня України з темно-каштановими ґрунтами доцільно застосовувати технологію «Clearfield», яка базувалася на застосуванні гербіциду «Свролайтнинг», та вирощувати гібрид соняшника Старбелла з оранкою на глибину 28-30 см.

Література

1. Ушкаренко В.О. Вплив режимів зрошення, добрив та густоти стояння рослин на урожайність соняшнику кондитерського напрямку / В.О. Ушкаренко, П.Н. Лазер, В.О. Кошовий // Таврійський науковий вісник: Зб. наук. пр. – Херсон: Айлант, 2004. – Вип. 30. – С. 3-8.

2. Ткаліч І.Д. Вплив обробітку ґрунту, добрив, строків сівби на забур'яненість, урожайність соняшнику / І.Д.Ткаліч, В.М. Кабан // Бюлетень ІЗГ УААН. – Дніпропетровськ, 2007. – № 31-32. – С. 82-85.

3. Гаврилюк М.М. Олійні культури в Україні: Навчальний посібник / М.М. Гаврилюк, В.Н. Салатенко, А.В. Чехов, М.І. Федорчук / за редакцією В.Н. Салатенко. – 2-ге видання перероблене і доповнене. – К.: Основа, 2008. – 420 с.

Аннотація.

В статье приведены результаты экспериментальных исследований влияния разных способов и глубины основной обработки почвы на продуктивность и экономическую эффективность выращивания подсолнечника.

Автор пришел к заключению что, наивысшая урожайность подсолнечника 1,72-1,84 т/га получена при вспашке на 28-30 см, которая базируется на технологии «Clearfield» с применением гербицида "Евролайтнинг", в то время как за дискования она составляла 1,33-1,41 т/га, а при посеве в предварительно необработанную почву – 0,94-1,03 т/га.

Summary.

In the article results over of experimental researches of influence of different methods and depth of basic treatment of soil on the productivity and economic efficiency of growing of sunflower.

An author came to the conclusion that, the greatest productivity of sunflower of 1,72-1,84m/ha is got at ploughing on a 28-30 cm, which is based on technologies of «Clearfield» with the use of herbicide "Evrolaitning", while for disk tillage she was 1,33-1,41, and at No-till 0,94-1,03 m/ha.

УДК: 635.653/654:631.53.04:632.931.2(477-292.485)

ВПЛИВ ПОГОДНИХ УМОВ НА ПОЛЬОВУ СХОЖІСТЬ НАСІННЯ КВАСОЛІ ОВОЧЕВОЇ (ЦУКРОВОЇ) ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКІВ СІВБИ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

**Г. Литвинюк, аспірантка,
Вінницький національний аграрний університет**

У статті наведено результати досліджень впливу погодних умов на польову схожість насіння квасолі овочевої (цукрової). Встановлено, що погодні умови у досліджуваних роках суттєво відрізнялися від середніх багаторічних даних, що вплинуло на результат досліджень.

У 2016 та 2017 роках найбільшу польову схожість насіння спостерігали за висівання насіння у II декаді травня – 97,7 % та 88,8 % відповідно завдяки накопиченню достатньої кількості вологи за зимовий період. Зменшення кількості опадів і підвищення температури повітря негативно вплинули на відсоток польової схожості.

Ключові слова: *погодні умови, квасоля овочева (цукрова), середньодобова температура, польова схожість насіння.*

Постановка проблеми: квасоля овочева – це цінна високобілкова рослина, яка широко використовується в харчуванні. Вона є джерелом білка, протеїну, мінеральних речовин, вітамінів. Завдяки високому вмісту необхідних для людського організму незамінних амінокислот, зокрема лізину, метіоніну, триптофану білок квасолі овочевої за своєю поживністю прирівнюється до білка тваринного походження – м'яса, молока чи курячих яєць.

Квасоля овочева – теплолюбна, не холодостійка рослина. Насіння починає проростати за температури 8-10°C, але більш дружні сходи з'являються за 12-15°C, оптимальною температурою проростання є 18-22°C. Сходи квасолі овочевої не витримують тривалого зниження температури і гинуть за (-0,5... -1)°C, порівняно з деякими сортами звичайної квасолі, які можуть переносити короточасні заморозки до -3 °C [1, 2].

Рослина вологолюбна, особливо в період набухання та проростання насіння. Для цього квасоля потребує 100-120 % води від ваги насіння. Тому для отримання дружніх сходів квасолі необхідно сіяти її у вологий ґрунт і за оптимальної температури [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

З підвищенням температури тривалість проростання насіння квасолі овочевої (цукрової) значно скорочується. Встановлено, що за оптимального

забезпечення вологою і за температури 14-16°C сходи квасолі з'являться на 12-13-ту добу, за 16-18°C – на 10-11-ту добу, за 20-21°C – на 8-му, а за 23-24°C – на 6-ту добу. Подальше підвищення температури не прискорює появи сходів. За температури нижче 8°C проростання насіння квасолі уповільнюється, багато його загниває, особливо під час перезволоження.

У фазу сходів квасоля не переносить короткочасних заморозків і гине за температури (-0,5...-1)°C. Сформовані рослини витримують короткочасні заморозки до (-2...-4) °C. Оптимальна температура для нормального росту і розвитку рослин квасолі становить 20-25 °C. Зі зниженням температури подовжуються міжфазні періоди «сходи-цвітіння», «цвітіння-дозрівання». За температури 40°C і вище ріст рослин зупиняється і відбувається опадання бутонів і квітів [5]. Оптимальна температура в період бутонізації і цвітіння – 20-25 °C, проте цвітіння і зав'язування бобів може успішно проходити і за більш прохолодної (15°C) і жаркої (35...40)°C погоди.

Перезволоження негативно впливає на ріст і розвиток квасолі овочевої, особливо якщо вода покриває ґрунт, то рослина гине через 3-4 доби. Найбільш згубно діє надлишок вологи в тому випадку, коли знижується температура повітря [4].

Метою досліджень є встановити, як впливають погодні умови (температура і опади) на польову схожість насіння квасолі овочевої (цукрової) в умовах Лісостепу правобережного України.

Виклад основного матеріалу. Досліди проводились упродовж 2016-2017 рр. на дослідній ділянці Вінницького національного аграрного університету. У досліді вивчали вісім строків сівби квасолі овочевої (цукрової) сорту Зіронька: з III дек. квітня по I дек. липня, з інтервалом 10 днів. За контроль взято I декаду травня. Насіння висівалось широкорядним способом за схемою 45 x 5,6.

Середньодобова температура повітря в період сівби квасолі овочевої (цукрової) за досліджувані роки була нестабільною (табл. 1). У 2016 році за період сівби найвищу температуру було зафіксовано у III декаді червня – +23,6 °C, а найнижчу – у III декаді квітня – +10,2 °C.

Таблиця 1 – Середньодобова температура повітря в квітні-липні, °C (за даними Вінницької метеостанції)

Декада	Місяць				Середнє за IV–VII
	IV	V	VI	VII	
1	2	3	4	5	6
<i>2016 рік</i>					
1	+12,3	+13,3	+15,9	+19,4	+10,4
2	+13,1	+11,8	+18,7	+21,4	
3	+10,2	+17,2	+23,6	+21,6	
C*	+11,8	+14,2	+19,4	+20,8	

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6
2017 рік					
1	+106	+126	+180	+182	+15,6
2	+66	+126	+181	+200	
3	+10,1	+16,7	+21,3	+21,5	
С*	+92	+14,1	+19,1	+200	
СБ*	+99	+15,6	+18,7	+203	+16,1
С* – середнє за місяць; СБ* – середньобаторічне					

Сума опадів за січень-липень у 2016 році була значно більшою, порівняно з 2017 роком (табл. 2). У 2016 р. за період сівби квасолі овочевої (цукрової) найбільша кількість опадів випала у II декаді травня – 43,0 мм, а найменша – у III декаді травня – 3,4 мм. 2017 рік характеризувався посухою, найбільша кількість опадів випала у II декаді червня, а найменша – у I декаді червня, що становило 9,0 мм, 1,2 мм відповідно.

Порівняно з середньобаторічними показниками сума опадів за січень-липень у 2016 році була нижчою на 118,0 мм, а у 2017 році – на 150 мм.

Таблиця 2 – Сума опадів за січень-липень, мм (за даними Вінницької метеостанції)

Декада	Місяць							Сума за I–VII
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
2016 рік								
1	11,0	7,2	9,9	2,2	6,7	15,0	14,0	286,0
2	14,0	29,0	1,4	18,0	43,0	23,0	25,0	
3	11,0	14,0	7,4	10,0	3,4	16,0	4,5	
С*	36,0	50,0	19,0	31,0	54,0	54,0	44,0	
2017 рік								
1	160	280	68	240	74	12	49	2540
2	58	10	460	110	35	90	93	
3	40	97	110	64	70	62	360	
С*	260	390	630	410	180	160	510	
СБ*	380	320	320	490	670	920	940	
С* – сума за місяць; СБ* – середньобаторічне.								

У 2016 році найкращою польовою схожістю відзначився варіант із сівбою у II декаді травня, та у III декаді квітня, 97,7% та 97,3 %, відповідно, завдяки накопиченню вологи з попередніх місяців (табл. 3).

Так за період із січня по III декаду квітня випало 135,2 мм опадів, а по II декаду травня – 184,9 мм (табл. 2.). Також на підвищення польової схожості вплинула температура повітря, яка була оптимальною для проростання насіння квасолі овочевої (цукрової).

Починаючи з III декади травня по I декаду липня температура повітря зростала, а кількість опадів зменшувалась. Через це волога з ґрунту випаровувалась, а відповідно і польова схожість знижувалась.

Таблиця 3 – Польова схожість квасолі овочевої (цукрової) залежно від строку сівби, сорт Зіронька (2016-2017 рр..)

Строк сівби	Польова схожість насіння, %	
	2016 рік досліджень	2017 рік досліджень
III декада квітня	97,3	77,5
I декада травня (К*)	91,2	86,3
II декада травня	97,7	88,8
III декада травня	57,3	67,8
I декада червня	87,9	61,5
II декада червня	92,3	15,5
III декада червня	36,3	12,7
I декада липня	34,1	10,8
К* – контроль		

У 2017 році, порівняно з 2016 роком, польова схожість насіння квасолі овочевої (цукрової) була значно нижча через різкі перепади температури. Найвища польова схожість насіння спостерігалась у II декаді травня – 88,8 %, завдяки випаданню опадів у попередніх місяцях – 180,3 мм, і стабільній температурі повітря у травні місяці. III декада квітня характеризувалась достатньою кількістю опадів, яка збереглася з попередніх місяців, але температура повітря у квітні була низькою, що викликало нижчу схожість насіння – 77,5 %.

У період з II декади червня по I декаду липня польова схожість насіння квасолі овочевої (цукрової) зменшувалась з 15,5 % до 10,8 %, відповідно. За цей період випало 20,1 мм опадів, і спостерігалась підвищена температура, через що волога випаровувалась з ґрунту.

Висновок. Для одержання дружних сходів необхідно висівати насіння квасолі овочевої (цукрової) у II декаді травня. Низька польова схожість насіння спостерігалась, коли сівба в 2016 році проводилась у III декаді червня і I декаді липня – 36,3 і 34,1%, відповідно, а у 2017 році в період з II декади червня по I декаду липня, відсоток польової схожості був у межах 10,8-15,5, що на 75,5-70,8 % нижче від контрольного варіанта.

Література.

1. Бадина Г.В. Овощная фасоль / Г.В. Бадина. – Л.: Лениздат, 1961. – 28 с. 12.
2. Бадина Г.В. Возделывание бобовых культур и погода / Г. В. Бадина. – Л.: Гидрометеоздат, 1974. – 244 с.
3. Голбан Н.М. Фасоль / Н.М. Голбан // Зернобобовые культуры. – Кишинев, 1982. – С. 52-82.
4. Клинг А.П. Оценка коллекционных образцов фасоли овощной (*Phaseolus vulgaris* L.) и создание исходного материала для ее селекции в южной лесостепи Западной Сибири : автореф. дис. канд. с.-х. наук / А. П. Клинг. – Омск, 2011. – 16 с.
5. Технология выращивания фасоли [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа до ресурсу: <http://www.kaicc.ru/sites/default/files/fasol.pdf>.

Аннотация.

В статье приведены результаты исследований влияния погодных условий на полевую всхожесть семян фасоли овощной (сахарной). Установлено, что погодные условия в исследуемых годах существенно отличались от среднемноголетних данных, что повлияло на результат исследований.

В 2016 и 2017 годах наибольшую полевую всхожесть семян наблюдали при посеве семян во II декаде мая - 97,7% и 88,8%, соответственно в связи с накоплением достаточного количества влаги в зимний период. Уменьшение количества осадков и повышение температуры воздуха негативно повлияли на процент полевой всхожести.

Summary.

In the article results of researches of influence of weather conditions on field germination of seeds of a string bean vegetable (sugar) are resulted. It was found that the weather conditions in the years under study differed significantly from the mean annual data, which influenced the research results.

In 2016 and 2017, the greatest seed germination was observed for sowing seeds in the second decade of May - 97.7% and 88.8%, respectively, due to the accumulation of sufficient moisture in the winter. Reducing the amount of precipitation and increasing air temperature adversely affected the percentage of field germination.

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ФЕНОЛОГІЧНИХ ФАЗ РОЗВИТКУ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО

**І. Пороховник, аспірантка,
Вінницький національний аграрний університет**

Викладено результати досліджень вихідного матеріалу через оцінювання та виділення джерел ранньостиглості для селекції квасолі звичайної.

Тривалість періоду сівба-масові сходи в 2016 році в середньому змінювалася від 8 до 11 діб. Найкоротшим цей період відмічено у сортозразка Місцевий 8 – 8 діб, найтривалишим він був у сортозразка UD0300856 – 11 діб.

Міжфазний період масові сходи-цвітіння змінювався у різних сортів від 34 до 38 діб. У сортозразка Місцевий 8 він був найкоротшим – 34 доби, а у сорту UD0300856 був найдовшим – 38 діб. Тривалість міжфазного періоду цвітіння-технічна стиглість змінювався у різних сортів від 19 до 23 діб. У сортозразка Місцевий 4 він був найкоротшим – 19 діб, а у сорту UD0300856 був найдовшим – 23 доби.

Тривалість періоду масові сходи-повна стиглість коливалася в межах 55-62 доби.

Ключові слова: квасоля, селекція, скоростиглі сорти.

Постановка проблеми Важливий напрямок селекції квасолі – створення скоростиглих сортів, які стійко дозрівають в районах її вирощування. Критерієм скоростиглості може бути тривалість періоду від сходів до цвітіння. У скоростиглих сортів цей період становить 35-40 днів і від цвітіння до дозрівання – 35-40 днів.

Наявність скоростиглих сортів актуальна практично для всіх регіонів вирощування культури, адже короткий вегетаційний період вирішує багато проблем одночасно: відновлення від ранніх і пізніх заморозків та від посухи, уникнення уражень хворобами та пошкодження шкідниками.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ритміка коливань абіотичних факторів, особливо високих активних та низьких температур та суми опадів, складають певну напругу в реалізації фізіологічних процесів формування продуктивності [1-3]. Тому виявлення статистичних критеріїв керування мінливістю ознак є актуальним науковим питанням сьогодення. Відомо, що формування фенофаз розвитку рослин взаємопов'язаний з дією погодних умов та є основою їх продуктивності. Вихід останньої контролюється реакцією зразків на умови вегетації, яка залежить від їх пристосованості.

Скоростиглість достатньо тісно пов'язана з стійкістю до понижених температур. Короткочасне зниження температури в інтервалі від 5 до 0° С пошкоджує рослини більшості сортів, викликає глибокі зміни фізіологічних функцій. Внаслідок цього затримуються ріст і розвиток рослин на 2-3 тижні, збільшується тривалість вегетаційного періоду і знижується насіннева продуктивність. Разом з тим, існують сорти, які витримують короткочасне зниження температури до -30° С [4].

Збільшення обсягів виробництва зерна бобових культур має важливе значення для забезпечення населення продуктами харчування. За смаковими якостями, вмістом білка і незамінних амінокислот, засвоюваністю організмом квасоля звичайна (*Phaseolus vulgaris* L.) посідає одне з провідних місць серед зернобобових [5].

Підвищення врожайності сільськогосподарських культур як у минулому, так і сьогодні досягається завдяки селекції. Селекція квасолі спрямована на створення нових сортів з урожаєм насіння 30-35 ц/га, вмістом білка в середньому 24-25%, тривалістю вегетаційного періоду 85-100 діб. Створення таких сортів сприяє отриманню стійких показників урожайності та забезпеченню в повній мірі населення білками та амінокислотами. Здавна відомо, що від заміни одного сорту або гібриду іншим урожайність культури збільшується на 30 % за однакових умов вирощування. Запорукою успішної селекційної роботи є використання матеріалу різного географічного походження: місцевого та закордонного [6, 7].

За даними відомих вчених, доведено, що вирощування одного сорту в одній місцевості за різних погодних умовах дає розбіжність тривалості вегетаційного періоду, яка сягає 10-25 діб і більше, скоростиглі зразки квасолі звичайної кушового типу відносяться до найбільш варіабельних [8,9].

Мета досліджень – прослідити залежність фенофаз від дії погодних умов у ранньостиглих і середньостиглих зернових зразків квасолі звичайної кушового типу у 2016 і 2017 роках та виявити стабільні джерела для селекції.

Виклад основного матеріалу публікацій. Дослідження проводилися на дослідній ділянці Кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур Вінницького національного аграрного університету. Посів здійснювали на фоні термічного режиму ґрунту 10-12°С на глибині загортання насіння і стійкому підвищенні середньодобових температур повітря. Розміщення ділянок – стандартне, сортозразки висівалися в чотирикратній повторності. Спосіб посіву – широкорядний, з міжряддям 45 см. Загальна площа ділянок становила 1,35 м², облікова - 1,0 м². Сівба проводилася в оптимальні строки з нормою висіву 15 схожих насінин на 1 погонний метр, вручну. Стандарт розміщували через 10 номерів. Схрещування проводились вранці до початку цвітіння пиляків із кастрацією материнських квіток і подальшим запиленням пилюком батьківських форм. Спостереження на дослідних посівах виконано відповідно до методики

польового досліджу[10].

Для створення різного вихідного матеріалу використано метод внутрішньовидової гібридизації з залученням кращих сортозразків квасолі звичайної – джерел господарсько-цінних ознак, виділених у результаті трирічного вивчення.

Тривалість вегетаційного періоду сільськогосподарських культур є генетично обумовленою ознакою. Водночас, у різних сортів вона може бути неоднаковою, що пов'язано з групою стиглості, типом росту, тривалістю вегетаційного періоду в умовах конкретної ґрунтово-кліматичної зони [2, 3]. Проведеними дослідженнями встановлено, що ріст і розвиток рослин різних сортів квасолі упродовж вегетаційного періоду проходили неодноразово, спостерігалися певні відмінності у настанні основних фаз (табл. 1).

Таблиця 1 – Фенологічні фази ранньостиглих зразків квасолі звичайної кущового типу

Сорт	Тривалість періоду, діб							
	Сівба-масові сходи		Масові сходи-цвітіння		Цвітіння-технічна стиглість		Масові сходи-технічна стиглість	
	2016 р.	2017 р.	2016 р.	2017 р.	2016 р.	2017 р.	2016 р.	2017 р.
UD0300856	11±0,5	12±0,5	38±1,0	39±1,0	22±1,5	23±1,5	60±2,4	62±2,4
UD0300786	9±0,5	10±0,5	37±1,0	35±1,0	20±1,5	23±1,5	57±2,2	58±2,2
Місцевий 4	10±0,5	9±0,5	37±1,2	37±1,2	20±1,6	19±1,6	57±2,4	56±2,4
Місцевий 5	9±0,3	11±0,3	36±1,4	37±1,4	19±1,5	19±1,5	57±2,2	56±2,2
Місцевий 7	9±0,3	10±0,3	35±1,4	33±1,4	19±1,5	22±1,5	54±2,0	55±2,0
Місцевий 8	8±0,4	9±0,4	34±1,5	36±1,5	20±1,6	21±1,6	54±2,0	57±2,0

Тривалість періоду сівба-масові сходи в 2016 році складала від 8 до 11 діб. Найпізніше сходи з'явилися у сорту UD0300856 на одинадцятую добу, у всіх інших сортозразків сходи відмічено на 1-3 доби раніше. Тривалість періоду масові сходи-цвітіння в середньому змінювалася від 34 до 38 діб. Найкоротшим цей період відмічено у сортозразка Місцевий 8 – 34 доби, найтривалішим він був у сортозразка UD0300856 – 38 діб. У 2017 році різниця тривалості періоду сягала 1-3 діб. Тривалість періоду масові сходи-повна стиглість коливалася в межах 55-62 доби. Найкоротшим цей період відмічено у сортозразка Місцевий 7, найдовшим – у UD0300856.

Висновки. Тривалість вегетаційного періоду залежить від умов навколишнього середовища, тривалості світлового дня, сорту. Проходження основних фенологічних фаз росту і розвитку різних сортів квасолі звичайної різнилися на 1-5 дні. Сходи було відмічено на 8 – 11 день після сівби в 2016 році та на 9-12 день у 2017 році, масове цвітіння – на 34-38 день після сходів у 2016 році та на 33-39 день, технічна стиглість настала на 54-60 день після сходів у перший рік досліджень та на 55-62 день у другий рік. Найменшу тривалість періоду масові сходи-технічна стиглість мали сорти Місцевий 7 та Місцевий 8 – в середньому 54 та 55 днів відповідно.

Для отримання ранньостиглих високоврожайних сортів квасолі звичайну необхідно добирати з короткими міжфазними періодами сходо-цвітіння та цвітіння-фізіологічна стиглість.

Література.

1. Ідентифікація ознак зернобобових культур (квасоля, нут, сочевиця) (навчальний посібник) / [Кириченко В.В., Кобизєва Л.Н., Петренкова В.П., та ін.]: за ред. академіка В.В. Кириченка. Харків: ІР ім. В.Я. Юр'єва УААН, 2009. – 118 с.
2. Корнієнко С.І. Статистична характеристика тривалості фаз вегетаційного періоду квасолі звичайної в селекції на адаптивність / С.І. Корнієнко, Т.К. Горова, О.Ю. Сайко. // Селекція і насінництво. – 2014. – №106. – С. 64 – 70.
3. Вишнякова М.А. Основные направления изучения коллекции зернобобовых ВИР на современном этапе ГНЦРФ ВНИИР Н.И. Вавилова / М.А. Вишнякова // Генетичні ресурси рослин: науковий журнал. – Харків. – 2008. – № 6. – С. 9 – 14.
4. Корнієнко С.І. Статистичні показники формування фаз вегетаційного періоду квасолі звичайної в адаптивній селекції / С.І. Корнієнко, Т.К. Горова, О.Ю. Сайко // Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області. – 2013. – Вип. 17 – С. 104 – 109.
5. Овчарук О.В. Особливості формування врожаю квасолі залежно від строків сівби і сорту в умовах південної частини західного Лісостепу України / О.В. Овчарук // Зб. наук. пр. Подільського державного аграрно-технічного університету. —К. —Подільський, 2006. —Вип. 14. —С. 129 – 131.
6. Носенко Ю.М. Товарне вирощування квасолі звичайної / Ю.М. Носенко. // Агробізнес сьогодні. – 2015. – №9. – С. 23 – 26.
7. Гуляев Г.В. Селекция растений в 21 веке / Г.В. Гуляев // Аграрная наука. – 2000. – № 1. – С. 23 – 24.
8. Силенко С.І. Селекційна цінність сучасного генофонду квасолі та створення вихідного матеріалу для селекції в лівобережній частині лісостепу України: дис. канд. с.-г. наук: спец. 06.01.05. «селекція рослин» / С.І. Силенко. – Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. – Харків, 2009. – 200 с.
9. Симинел В.Д. Методы изучения и оценки исходного материала фасоли / В.Д. Симинел, П.П. Пападия. – Кишинев: Штиинца, 1988. – 130 с.

Аннотація.

Приведены результаты исследований по изучению исходного материала путем оценки и выделения источников раннеспелости для селекции фасоли обыкновенной.

Продолжительность периода посев-массовые всходы в 2016 году в

среднем менялась от 8 до 11 суток. Кратчайшим этот период отмечено у сортообразца Местный 8 - 8 суток, самым длительным он был у сортообразца UD0300856 - 11 суток.

Межфазный период массовые всходы-цветение менялся у разных сортов от 34 до 38 суток. У сортообразцов Местный 8 он был самым коротким - 34 суток, а у сорта UD0300856 был длинным - 38 суток. Продолжительность межфазного периода цветения-техническая спелость менялся у разных сортов от 19 до 23 суток. У сортообразцов Местный 4 он был самым коротким - 19 суток, а у сорта UD0300856 был длинным - 23 суток.

Продолжительность периода массовые всходы-созревание колебалась в пределах 55-62 суток.

Summary.

The paper examines the research results of studies of the initial material by estimating and isolating sources of early maturity and grain productivity for selection of common bean.

The duration of the period of sowing - mass stairs in 2016 on average varied from 8 to 11 days. The shortest period is noted in the variety Local 8 - 8 days, the longest it was in the variety UD0300856 - 11 days.

The duration of the period of the mass germination – flowering on average varied in different varieties from 34 to 38 days. The shortest period was in the variety Local 8 – 34 days, the longest period was in the variety UD0300856 – 38 days.

The duration of the interphase period of flowering - technical maturity varied in different varieties from 19 to 23 days. In the variety Local 4 it was the shortest - 19 days, and the UD0300856 variety was the longest - 23 days.

Duration of the period mass stairs - complete stiffness varied within 55-62 days.

УДК635.657

ВПЛИВ ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ ТА ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ НА ГУСТІТУ СТОЯННЯ ТА ВИСОТУ РОСЛИН НУТУ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО

**М. Темченко, аспірантка,
Вінницький національний аграрний університет**

Викладено результати польових досліджень з вивчення впливу інокуляції насіння та позакореневих підживлень мікродобривами на густоту стояння та висоту рослин нуту сорту Пегас.

Одержані результати показали, що фактори, які були поставлені на вивчення, мали вплив на досліджувані показники. Приміром, найбільшу висоту рослин нуту у 2016 році відмічено у сорту Пегас – 61,5 см у фазі цвітіння з попередньою обробкою насіння інокулянтном Біомаг Нут та дворазовим підживленням мікродобривом Урожай Бобові, тоді як на контрольному варіанті цей показник становить 47,8 см., що на 13,3 см. нижче. У 2017 році показник висоти рослин варіювався у всіх варіантах, у фазі цвітіння він становив 62,7 см, що на 13,6 вище порівняно з контролем.

У ході проведення польових досліджень у 2016-2017 роках було встановлено, що найвищий відсоток виживаності рослин нуту відмічено у варіанті за передпосівної обробки насіння інокулянтном Біомаг Нут та дворазового проведення позакореневих підживлень мікродобривом Урожай Бобові. Приміром, відсоток виживаності в 2016 році під час фізіологічної стиглості на цьому варіанті становив 88% та 90 % у 2017 році.

Отже, застосування інокулянта та мікродобрив для позакореневих підживлень сприяє формуванню найвищого ступеня густоти стояння рослин та їх виживаності.

Ключові слова: нут, інокуляція, мікродобрива.

Постановка проблеми. Відомо, що важливу роль у підвищенні і стабілізації врожайності та поліпшенні якості зерна бобових культур, зокрема й нуту, відіграють технологічні проблеми вирощування, однак вони не достатньо враховують залежність біологічних особливостей розвитку рослин від зовнішніх факторів, а отже не в повній мірі розкривають потенціал продуктивності сучасних сортів [6].

Вагоме значення для отримання високої продуктивності нуту має інтенсивність початкових процесів росту. Один із заходів, який дає змогу вирішити задачу, — підбір оптимального комплексу для обробки насіннєвого матеріалу з використанням мікроелементів та бактеризації перед сівбою, що є основою для отримання здорових, дружніх сходів та сприяє покращенню посівних якостей насіння [1].

У формуванні врожаю важливу роль відіграють густина стояння та висота рослин нуту, які впливають на продуктивність зерна, його морфологічні показники, стійкість до вилягання, придатність до механізованого збирання. Тому вивчення питання впливу інокуляції насіння та підживлення мікродобривом на висоту та густоту стояння рослин нуту є актуальним завданням сьогодення [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Нут є невиправдано забутою культурою в Україні, посухостійкість якої найвища в групі зернобобових. Його зерно містить до 30% білка. За цим показником серед зернобобових культур, нут посідає четверте місце після сої, квасолі та гороху. Крім того, зерно містить до 8% олії, 2–7% клітковини, 50–60% вуглеводів, 2–5% мінеральних речовин, багато вітамінів (А, В1, В2, В3, С, В6, РР). Біологічна цінність білка досягає 52–78%, коефіцієнт перетравності 80–83% [7].

Нут більш теплолюбний ніж горох та сочевиця. Він посухостійкий, мало вимогливий до ґрунту, майже не пошкоджується шкідниками. Саме тому нут є перспективною культурою [4].

Потенційна врожайність — 2,5–3,0 т/га. Нут є найбільш посухостійкою рослиною серед бобових, він дає стійкі врожаї в умовах спекотного клімату. Водночас культура є досить холодостійкою, сходи витримують короткочасні приморозки. Найсприятливішими для вирощування є південно-східні регіони України. Поряд з цим, маючи міцне стебло, нут не вилягає, що дозволяє проводити збирання його прямим комбайнуванням [2].

Завдяки біологічній фіксації азоту нут зберігає та підвищує родючість ґрунту. Після його збирання залишається 100–120 кг/га біологічного азоту. Урожайність пшениці озимої після нуту, порівняно з чистим паром, вища на 2–4 ц/га. Для посіву озимих культур, після збирання нуту, достатньо провести лущення стерні і передпосівну культивуацію. Отже, нут є одним із кращих попередників для багатьох сільськогосподарських культур [3].

Метою досліджень було дослідити та проаналізувати динаміку формування габітусу рослин нуту залежно від інокуляції насіння та підживлення мікродобривом в умовах Лісостепу правобережного за період 2016-2017 років.

Виклад основного матеріалу публікацій. Дослідження проводили на дослідному полі ВНАУ с. Агрономічне Вінницького району впродовж 2016-2017 рр. Ґрунт дослідного поля – сірий лісовий. Для дослідження використовували сорт Пегас. Ширина міжряддя – 30 см. Норма висіву – 600 тис.шт.га.

Схема досліду: фактор А – обробка насіння: 1) контроль (без інокуляції), 2) інокуляція Біомаг (нут) (350 мл на одну гектарну норму насіння); фактор В – позакореневі підживлення: 1) (контроль) без підживлення, 2) 1 підживлення (фаза інтенсивного росту, 2 л/га), 3) 2 підживлення (мікродобриво Урожай Бобові, фаза інтенсивного росту + фаза бутонізації, 2 л/га).

Ріст і розвиток рослин нуту у значній мірі залежить як від норм висіву і

удобрення, так і від погодних умов в період вегетації. На момент посіву нуту в 2017 році випало в середньому 102 мм опадів. Саме у цей період відбулося значне похолодання повітря, яке відчули, мабуть, агрономи по всій країні. Сходи рослин потрапили під нічні заморозки до -3°C та короткочасний град зі снігом. Упродовж трьох днів температура не піднімалася вище від $+5^{\circ}\text{C}$. Врешті, після 25 квітня температура підвищилася і коливалась у межах $+12\dots+26^{\circ}\text{C}$. Це сприяло відновленню вегетації культури, що підтверджує холодостійкість рослин нуту сорту Пегас [5].

Тривалість вегетаційного періоду через похолодання збільшилася, але після відновлення вегетації стан посівів був хороший.

Висота рослин нуту залежала від досліджуваних факторів та гідротермічних умов регіону у період проведення досліджень. Найбільш значні зміни у габітусі нуту були визначені у фазі цвітіння (табл.1). Аналогічні зміни ми можемо спостерігати у густоті стояння рослин нуту.

Таблиця 1 – Вплив інокуляції насіння та позакореневих підживлень на висоту рослин нуту, см, (2016-2017 рр)

Інокуляція	Підживлення	Фази росту і розвитку рослин									
		Сходи		Гілкування		Бутонізація		Цвітіння		Фізіологічна стиглість	
		2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017
Без інокуляції (контроль)	Без підживлення	5,2	5,3	16,8	16,9	29,8	30,7	35,5	35,7	34,2	35,9
	1 підживлення*	7,1	7,5	18,6	19,2	32,9	33,3	41,2	42,1	40,1	42,6
	2 підживлення**	8,4	8,9	19,9	20,4	38,6	39,8	47,8	48,6	45,4	47,1
Біомаг нут	Без підживлення	8,2	8,6	18,8	19,1	36,9	38,0	48,8	49,3	47,3	48,8
	1 підживлення*	10,7	11,0	27,5	28,3	41,6	42,4	54,7	55,5	52,5	54,0
	2 підживлення**	11,3	12,1	33,7	34,2	48,7	49,5	61,5	62,7	60,1	61,5
* - фаза інтенсивного росту, мікродобриво Урожай Бобові, 2 л/га;											
** - фаза інтенсивного росту+фаза бутонізації, мікродобриво Урожай Бобові, 2 л/га.											

Найбільша висота рослин за період 2016 року спостерігається в сорту Пегас – 61,5 см у фазі цвітіння за попередньої обробки насіння інокулянтном Біомаг Нут та дворазовим підживленням мікродобривом Урожай Бобові, тоді як на контрольному варіанті цей показник становить 47,8 см., що на 13,3 см. менше. У 2017 році показник висоти рослин варіювався у всіх варіантах у бік збільшення, у фазі цвітіння він становив 62,7 см, що на 13,6 більше порівняно з контролем [1].

У вирощуванні нуту важливе значення має виживаність рослин за весь період вегетації, тому що від цього показника залежить у подальшому формування продуктивності та отримання врожаю. У результаті проведених нами досліджень було встановлено, що виживання рослин нуту сорту Пегас залежало від передпосівної обробки насіння та погодно-кліматичних умов вирощування, які сформувалися під час вегетації рослин.

У ході проведених досліджень у 2016-2017 роках було встановлено,

що найвищий відсоток виживаності рослин відмічено у варіанті за передпосівної обробки насіння інокулянтном Біомаг Нут та дворазового проведення позакореневих підживлень мікродобривом Урожай Бобові (табл. 2).

Таблиця 2 – Вплив інокуляції насіння та позакореневих підживлень на густоту стояння та виживаність рослин нуту, тис.шт.га, % (2016 р)

Інокуляція	Підживлення	Норма висіву, тис.шт.га		Сходи, тис.шт.га		Польова схожіть, %		Фізіологічна стиглість, тис.шт.га		Вживаність, %	
		2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017
Без інокуляції контроль	Без підживлення	600	600	504	511	84	85	496	498	82	83
	1 підживлення*	600	600	517	520	87	87	505	514	84	86
	2 підживлення**	600	600	528	534	88	89	512	525	85	87
Біомаг нут	Без підживлення	600	600	550	559	91	93	510	517	85	86
	1 підживлення*	600	600	558	564	93	94	516	531	86	89
	2 підживлення**	600	600	568	571	94	95	529	542	88	90

*- фаза інтенсивного росту, мікродобриво Урожай бобові, 2 л/га;

** -фаза інтенсивного росту+фаза бутонізації, мікродобриво Урожай бобові, 2 л/га.

Так відсоток виживаності в 2016 році під час фізіологічної стиглості на даному варіанті становив 88%, тоді як у 2017 р. був на 2 % вищий, тобто на рівні 90 %..

Отже, застосування інокуляції та дворазового підживлення мікродобривом сприяє формуванню найвищого ступеня густоти стояння та виживання рослин в онтогенезі нуту.

Висновки. У формуванні врожаю важливу роль відіграють густота стояння та висота рослин нуту, які впливають на продуктивність зерна нуту, його морфологічні показники, стійкість до вилягання, придатність до механізованого збирання.

Обробка насіння інокулянтном Біомаг Нут та позакореневі підживлення мікродобривом Урожай Бобові є ефективними прийомами щодо збільшення висоти та густоти стояння рослин нуту. Приміром найвищий показник по висоті у 2016 р. спостерігався у сорту Пегас на рівні 61,5 см у фазу цвітіння. У 2017 р. досліджувані показники на аналогічних варіантах досліду були дещо вищі, на рівні 62,7 см..

Густота стояння та виживаність рослин нуту під час вегетації суттєво залежали від факторів, які були поставлені на вивчення, а саме від обробки насіння інокулянтном, дворазового підживлення мікродобривом та гідротермічних умов регіону. Приміром, відсоток виживаності у 2016-2017 рр у фазу фізіологічної стиглості рослин нуту на цьому варіанті становив 88% та 90 % відповідно.

Отже, застосування інокулянта Біомаг Нут та дворазового підживлення мікродобривом Урожай Бобові сприяє формуванню висоти рослин, формуванню найвищого ступеня густоти стояння рослин та їх виживаності.

Література

1. Гончар Л. М. Вплив передпосівного оброблення насіння нуту на польову схожість та густоту стояння рослин / Л. М. Гончар, О. М. Щербакова. // Вестник Полтавского государственного сельскохозяйственного института. – 2016. – №3. – С. 33–39.
2. Каленська С. Нут краший за сою, але його потрібно вміти вирощувати ©Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу <http://propozitsiya.com/ua/nut-krashchiy-za-soyu-ale-yogo-potribno-vmiti-viroshchuvati> / С. Каленська, О. Охота. // Пропозиція. – 2013. – №13. – С. 45–48.
3. Каленська С. Формування густоти стояння та ступінь виживання рослин в онтогенезі нуту під впливом інокуляції насіння та удобрення / С. Каленська, Н. Новицька, І. Барзо. // Національний університет біоресурсів і природокористування України. – 2014. – №3. – С. 21–26.
4. Корчан А. Технологія вирощування нуту: як почуватися культура після заморозків та пестицидні обробки посівів / Антон Корчан. // <https://superagronom.com>. – 2017.
5. Корчан А. Нут демонструє стійкість не лише до посухи, а й до заморозків / Антон Корчан. // <https://superagronom.com>. – 2017.
6. Лень О. І. Вплив способів сівби, мінерального живлення та інокуляції насіння на продуктивність нуту в умовах лівобережного Лісостепу / О. І. Лень, Р. В. Олєп'р, Л. С. Єремко. // Вісник Центру наукового забезпечення агропромислового виробництва Харківської області. – 2016. – №20. – С. 23–27.
7. Січкарь В. І. Урожайність нуту в залежності від сорту та технології вирощування / В. І. Січкарь, О. П. Пташник, О. В. Бушулян. // Селекційно-генетичний інститут - Національний центр насіннєзнавства та сортівивчення. – 2014. – С. 55–61.

Аннотація.

Изложены результаты исследований по изучению влияния инокулянтов и микроудобрений на густоту стояния и высоту растений нута сорта Пегас в зависимости от технологических приемов выращивания. Наибольшая высота растений за период 2016 наблюдается у сорта Пегас - 61,5 см. В фазе цветения во время проведения предварительной обработки семян инокулянтном Биомат Нут и двукратной подкормкой микроудобрением Урожай Бобовые, в то время как на контрольном варианте этот показатель составляет 47,8 см, что на 13,3 см. меньше. В 2017 году показатель высоты растений варьировался по всем вариантам, в фазе цветения он составлял 62,7 см, что на 13,6 больше по сравнению с контролем.

В ходе проведенных исследований в 2016-2017 годах было установлено, что самый высокий процент выживаемости растений отмечено в варианте

с предпосевной обработкой семян инокулянтом Биомаг Нут и двукратной внекорневой подкормкой микроудобрением Урожай Бобовые. К примеру, процент выживаемости в 2016 году во время физиологической зрелости на данном варианте составил 88% и 90% в 2017 году. Применение инокулянта и двукратной подкормки микроудобрением способствует формированию высокой степени густоты стояния и выживания растений в онтогенезе нута.

Summary.

The results of studies on the effect of inoculants and microfertilizers on the density of standing and the height of the chick pea plants of Pegasus variety depend on the technological methods of growing. The greatest height of plants during the period of 2016 is observed in Pegasus variety - 61.5 cm. During the flowering phase, during pre-treatment of seeds with the Biomag inoculum and two-time feeding of the microfertilizer, Harvest legumes, while on the control variant this figure is 47.8 cm. , Which is 13.3 cm less. In 2017, the plant height index varied in all variants, in the flowering phase it was 62.7 cm, which is 13.6 more than in the control.

In the course of the research conducted in 2016-2017, it was found that the highest percentage of plant survival was observed in the variant with pre-seed treatment of seeds by the inoculant Biomag Nut and double fertilization of the micro fertilizer Vintage Bean. Thus, the survival rate in 2016 during physiological maturity in this variant was 88% and 90% in 2017. The use of inoculum and double feeding of microfertilizer promotes the formation of a high step of standing density and survival of plants in the ontogenesis of chick pea.

УДК: 634.675:631.811.98:57.087.1(477+292.485)

ВПЛИВ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ НА БІОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ РОСЛИНИ ФІЗАЛІСА МЕКСИКАНСЬКОГО В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

**О. Полутін, аспірант,
Вінницький національний аграрний університет**

Викладено результати досліджень рослини фізаліса мексиканського в умовах відкритого ґрунту Правобережного Лісостепу України. Ріст і розвиток рослини залежить від передпосівної обробки насіння. Прогрівання насіння сприяє збільшенню висоти рослини у фазу плодоношення до 100,1 см. Водночас, спостерігається найбільший діаметр стебла сорту Ліхтарик. Збільшення площі листка (116,1 тис. м²/га) спостерігається від обробки насіння препаратом Байкал СМ-1, а застосування біопрепарату біополіцид збільшує вміст сухої речовини в листках сорту Ліхтарик до 72,3 %.

Ключові слова: *фізаліс мексиканський, розсада, препарат Байкал СМ – 1, Правобережний Лісостеп України.*

Постановка проблеми. Передпосівна обробка насіння є одним із найважливіших агротехнічних заходів, яка забезпечує збільшення врожайності овочів та підвищує їх якість. В овочівництві широко застосовують такі заходи передпосівної підготовки як барботування, прогрівання, обробка магнітним полем та біологічно активними речовинами. Ці заходи одночасно знижують дію шкідливих організмів та підвищують продуктивність рослини, проте, в літературі майже відсутня інформація щодо впливу передпосівної обробки насіння фізаліса мексиканського на показники біометрії рослини.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Фізаліс мексиканський (овочевий) *Physalis ixocarpa Brot* – однорічна рослина з родини пасльонових [6]. Згідно з даними Вдовенка С. А. та Полутіна О. О. [3], рослина характеризується тим, що може сягати висоти до 1,2 м і формує гладенькі видовжено-яйцевидні листки. На одній рослині може формуватись до 200 плодів. Плоди м'ясисті, великі за розміром, масою 30-80 г, сплюснutoї округлої або округлої форми, від світло-жовтого і зеленого до темно-фіолетового забарвлення [5]. Як вважає Болотских О. С. [1] насіння з рослин, яке не оброблялись хімічними чи фізичними чинниками, – дрібне (маса 1000 насінин 1,5 г), сплюснуте, жовтого забарвлення. Воно зберігає схожість 3-5 років. У плоді нараховують до 700 насінин. Згідно з даними Ганичкіна О. А., [4] вегетаційний період рослини мексиканського фізаліса становить 110 – 125 діб.

Мета і завдання дослідження. Оцінити найбільш ефективний передпосівний спосіб обробки насіння фізаліса мексиканського та проаналізувати його значення на процеси росту рослини. Визначити вплив деяких фізичних чинників та біопрепаратів на показники біометрії рослини фізаліса мексиканського в умовах відкритого ґрунту Правобережного Лісостепу України.

Методика проведення досліджень. Досліди щодо визначення впливу передпосівної обробки насіння на біометричні показники фізаліса мексиканського проводились на дослідному полі кафедри садово-паркового господарства, садівництва та виноградарства Вінницького національного аграрного університету. Насіння перед висівом в умовах лабораторії замочувалось у розчинах препарату Байкал ЄМ-1, азотобактерину, біомагу, біополіциду, фосфоентерину та комплексу біопрепаратів. Також насіння піддавалось прогріванню за температури 60° С, барботуванню та обробкою магнітним полем у проточній воді. Контролем слугувало насіння, яке не піддавалось обробці фізичними чинниками та біопрепаратами. Варіанти в дослідженні розміщувались методом рендомізованих блоків у триразовій повторності. Визначення висоти рослини та діаметру стебла проводили лабораторними методом, а визначення площі та вмісту сухої речовини в листках – згідно з рекомендаціями Г. Л. Бондаренка, К. І. Яковенка [2].

Виклад основного матеріалу. На основі біометричних показників встановлено, що висота рослини залежить від способу обробки насіння фізичними чинниками та біопрепаратами (табл. 1).

Таблиця 1 – Висота рослини залежно від передпосівної підготовки насіння, см (2016 – 2017 рр)

Сорт	Передпосівна підготовка насіння	Висота рослини			
		після висаджування	до цвітіння	у фазу формування плодів	перед початком плодоношення
Ліхтарик	Контроль	12,7	32,4	55,8	89,2
	Барботування	11,8	33,4	57,4	92,5
	Прогрівання	11,2	29,4	56,3	100,1
	Магнітне поле	11,6	32,9	56,0	96,6
	Байкал ЄМ – 1	11,6	34,3	54,7	91,3
	Азотобактерин	11,6	32,0	52,9	93,6
	Біомаг	9,9	28,7	51,0	93,8
	Біополіцид	7,0	21,0	47,6	73,4
	Фосфоентерин	7,2	24,2	45,6	80,9
Комплекс біопрепаратів	9,2	26,9	49,9	84,8	

Найвищими характеризувались рослини сорту Ліхтарик – у фазу «цвітіння», насіння яких оброблялось препаратом Байкал ЄМ-1. Показник висоти від обробки цим біопрепаратом становив 34,3 см і перевищував показник контрольних рослин на 1,9 см. Висота рослин у фазу «формування плодів» у варіанті, де насіння піддавалось барботуванню, становила 57,4 см, що перевищувало контрольний варіант на 1,6 см. Прогрівання насіння сорту Ліхтарик за температури 60° С під час фази «плодоношення» сприяє у збільшенні висоти рослини до 100,1 см.

Діаметр стебла змінювався у сторону збільшення від 0,6 см до 2,2 см. Дослідженнями не встановлено позитивного впливу передпосівної обробки насіння на зазначений показник. Проте застосування біопрепарату Байкал ЄМ-1 забезпечує більший діаметр рослин сорту Ліхтарик перед початком плодоношення (табл. 2).

Таблиця 2 – Діаметр стебла рослини залежно від передпосівної підготовки насіння, см (2016 – 2017 рр)

Сорт	Передпосівна підготовка насіння	Діаметр стебла			
		після висаджування	до цвітіння	у фазу формування плодів	перед початком плодоношення
Ліхтарик	Контроль	0,6	1,1	1,3	2,1
	Барботування	0,6	1,0	1,3	2,0
	Прогрівання	0,6	1,0	1,3	2,1
	Магнітне поле	0,6	1,1	1,2	1,9
	Байкал ЄМ – 1	0,7	1,1	1,4	2,2
	Азотобактерин	0,7	1,1	1,2	2,0
	Біомаг	0,6	1,1	1,3	2,0
	Біополіцид	0,5	1,0	1,3	2,0
	Фосфоентерин	0,5	1,0	1,2	1,9
	Комплекс біопрепаратів	0,6	1,1	1,3	2,0

Урожайність рослини характеризується інтенсивним проходженням фотосинтезу і накопиченням органічної речовини. Вказані величини суттєво залежать від площі листка рослини. Площа листка рослин перед цвітінням характеризувалась найбільшим показником у варіанті із застосуванням препарату Байкал ЄМ-1, азотобактерину та біомагу. Вказана величина досліджуваного показника становить 116,1, 95,5, 84,9 тис. м²/га, відповідно, і значно перевищувала показник контролю (табл. 3).

Таблиця 3 – Площа листка перед цвітінням залежно від передпосівної обробки насіння, тис. м²/га (2016 – 2017 рр)

Сорт	Передпосівна підготовка насіння	Площа листка			± до контролю	
		2016	2017	Середнє	т/га	%
Ліхтарик	Контроль	22,7	101,6	62,2	–	–
	Барботування	50,0	100,8	75,4	+13,2	+21,2
	Прогрівання	47,4	93,7	70,6	+8,4	+13,5
	Магнітне поле	44,6	122,2	83,4	+21,2	+34,1
	Байкал ЄМ – 1	39,2	192,9	116,1	+53,9	+86,7
	Азотобактерин	41,3	149,6	95,5	+33,3	+53,5
	Біомаг	93,0	76,8	84,9	+22,7	+36,5
	Біополіцид	41,9	98,5	70,2	+8,0	+12,9
	Фосфоентерин	55,8	100,9	78,4	+16,2	+26,0
Комплекс біопрепаратів	60,8	66,9	63,9	+1,7	+2,7	

Визначаючи вміст сухої речовини у листках, встановлено, що найбільші її значення у варіантах, де застосовували Байкал ЄМ-1 – 56,7 %, біомаг – 61,1% та біополіцид – 72,3%. В інших варіантах досліджу показник сухої речовини не відрізнявся від контролю або значно поступався величиною (табл. 4).

Таблиця 4 – Вміст сухої речовини в листках залежно від обробки насіння, % (2016 – 2017 рр)

Сорт	Передпосівна підготовка насіння	Площа листка			± до контролю
		2016	2017	Середнє	
Ліхтарик	Контроль	93,3	15,6	54,5	–
	Барботування	90,0	20,0	55,0	+0,5
	Прогрівання	90,0	22,2	56,1	+1,6
	Магнітне поле	56,7	27,8	42,3	-12,2
	Байкал ЄМ – 1	93,3	20,0	56,7	+2,2
	Азотобактерин	93,3	16,7	55,0	+0,5
	Біомаг	93,3	28,9	61,1	+6,6
	Біополіцид	96,7	47,8	72,3	+17,8
	Фосфоентерин	90,0	18,9	54,5	–
Комплекс біопрепаратів	90,0	23,4	56,7	+2,2	

Висновки.

1. Прогрівання насіння фізаліса мексиканського забезпечує збільшення висоти рослини у фазу плодоношення до 100,1 см.

2. Передпосівна обробка насіння не впливає на збільшення діаметра стебла рослини фізалісу мексиканського, проте спостерігається тенденція до його збільшення від застосування препарату Байкал ЄМ-1.

3. Обробка насіння препаратом Байкал ЄМ-1, азотобактерином чи біополіцидом збільшує площу листка фізаліса мексиканського від 84,9 до 116,1 тис. м²/га, а обробка насіння препаратом Байкал ЄМ-1, біомагом чи біополіцидом збільшує суху речовину у листках від 56,7 % до 72,3 %.

Література.

1. Болотских А. С. Овощи Украины / А. С. Болотских. – Харьков: Орбита, 2001. – 1088 с.
2. Бондаренко Г. Л. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві / Г. Л. Бондаренко, К. І. Яковенко. – Харків: Основа 2001. – 369 с.
3. Вдовенко С. А. Вивчення впливу елементів технології вирощування фізалісу клейкоплодного в Україні / С. А. Вдовенко, О. О. Полутін // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету Серія: «Сільське господарство та лісівництво» – Вінниця, 2016. – № 3. – С. 171-177.
4. Ганичкина О. А. Советы огородникам / О. А. Ганичкина, А. В. Ганичник. – Москва: Эксмо - Пресс, 2002. – 416 с.
5. Грекова Н. В. Овочівництво відкритого ґрунту / Н. В. Грекова, О. М. Лазарева, О. А. Любович. – Львів: Магнолія – 2006. – 2010. – 470 с.
6. Гіль Л. С. Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту. Частина 2. Відкритий ґрунт / Л. С. Гіль, А. І. Пашковський, Л. Т. Суміла. – Вінниця: Нова книга, 2008. – 312 с.

Аннотация.

Изложены результаты исследований растения фисалиса мексиканского в условиях открытого грунта Правобережной Лесостепи Украины. Рост и развитие растения зависит от предпосевной обработки семян. Прогревание семян способствует увеличению высоты растения в фазу плодоношения до 100,1 см. В то же время, наблюдается наибольший диаметр стебля сорта Фонарик. Увеличение площади листа (116,1 тыс. м² / га) наблюдается от обработки семян препаратом Байкал ЕМ-1, а применение биопрепарата биополицид увеличивает содержание сухого вещества в листьях сорта Фонарик до 72,3%.

Summary.

The results of researches of the plant of Mexican phisalis in the conditions of open soil of the Right Bank Forest-steppe of Ukraine are presented. Growth and development of the plant depends on pre-sowing seed treatment. The warming of the seeds helps to increase the height of the plant to the fruiting phase to 100.1 cm. At the same time, the largest diameter of the stem of the lantern variety is observed. The increase in the leaf area (116.1 thousand m² / ha) is observed from the treatment of seeds with the preparation Baikal EM-1, and the use of bioprecipitate biopolycid increases the content of dry matter in the leaves of the sorts of Flashlight to 72.3%.

ЕКОЛОГІЧНА НЕБЕЗПЕКА ЗАСТОСУВАННЯ НАЙПОШИРЕНІШИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ

Л. Яковець, аспірантка

Вінницький національний аграрний університет

Проведено дослідження найпоширеніших мінеральних добрив та розраховано обсяг надходження токсичних речовин з фактичними нормами добрив, які вносяться під сільськогосподарські культури.

Встановлено, що аміачна селітра, карбамід, сульфат амонію та нітроамофоска в своєму складі містять радіоактивний Cs-137, а сульфат амонію – також сірку.

Досліджено, що під час використання цих добрив найбільше радіоактивного Cs-137 потрапить у ґрунт під час внесення нітроамофоски, а також встановлено, що забрудненість ґрунту сіркою буде відбуватись лише під час внесення сульфату амонію.

Ключові слова: *токсичні речовини, забруднення, мінеральні добрива, зерно, екологічна безпека.*

Постановка проблеми. Мінеральні добрива є одним із найефективніших засобів підвищення родючості ґрунтів, урожайності та поліпшення якості продукції рослинництва. За їхньою допомогою відбувається керування процесами живлення рослин, змінюється якість урожаю та здійснюється вплив на родючість, фізико-хімічні та біологічні властивості ґрунту.

Останнім часом різко збільшилось внесення мінеральних добрив під основні сільськогосподарські культури – озиму пшеницю, ріпак, соняшник і кукурудзу на зерно. Це істотно підвищує урожайність, проте екологічна безпека такої продукції може погіршитись.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вивченню проблем екологічної безпеки застосування мінеральних добрив значну увагу приділяли відомі вчені: С. І. Дорогунцов, П. П. Борщевський, О. О. Гаца, Л. Г. Котова, А. С. Даниленко, В. В. Горлачук, Л. В. Дейнеко, Є. В. Хлобистов та ін. [1, 2, 3, 4, 5].

Негативні наслідки застосування мінеральних добрив пов'язують з тим, що вони, поряд із основними біогенними елементами часто містять різні домішки у вигляді солей важких металів, органічних сполук, радіоактивних ізотопів, що може призвести до негативного їх впливу на довкілля, рослинницьку продукцію, тваринний світ, здоров'я людей, які працюють з добривами та населення загалом [1]. Сировина для одержання мінеральних

добрив – фосфорити, апатити, сирі калійні солі – як правило, містить значну кількість домішок – до 5% і більше. Із токсичних елементів можуть бути присутні миш'як, кадмій, свинець, фтор, стронцій, які повинні розглядатися, як потенційні джерела забруднення довкілля і суворо враховуватись під час внесення у ґрунт мінеральних добрив.

Попри ряд негативних наслідків, використання мінеральних добрив, результати наукових досліджень свідчать, що завдяки застосуванню добрив можна одержати у середньому 45-50% приросту урожайності основних сільськогосподарських культур, що значно вище, ніж частка приросту врожаю від сорту, насіння, засобів захисту рослин чи обробітку ґрунту. Залежно від ґрунтово-кліматичних та інших умов, приріст врожаю від внесення мінеральних добрив коливається в значних межах. Так, у поліській зоні він становить 100%, лісостеповій – 50%, у зволоженому степу – 30%, у сухому – 15% і зрошуваному степу – 40% [2,3].

Проте отримані результати охопили окремі аспекти застосування мінеральних добрив та їх впливу на довкілля. У них відсутній системний підхід та немає єдиної концепції екологічно безпечного застосування мінеральних добрив, що потребує проведення нових досліджень та узагальнень.

Мета статті – дослідити екологічну небезпеку застосування найпоширеніших мінеральних добрив: аміачної селітри, карбаміду, сульфат амонію та нітроамофоски.

Дослідження проводили, відбираючи зразки вказаних добрив з подальшим їх аналізом у лабораторії випробувального центру Вінницької філії державної установи «Інституту охорони ґрунтів України». Визначали фактичний вміст азоту (ГОСТ 30184.6-94), сірки (гравіметричним методом), Cs-137 (МЭО-1990). На основі отриманих даних розраховували обсяг надходження токсичних речовин з фактичними нормами добрив, які вносяться під озиму пшеницю.

Виклад основного матеріалу дослідження. Найпоширенішими видами мінеральних добрив, які використовуються під час вирощування сільськогосподарських культур з азотних добрив є аміачна селітра, карбамід та сульфат амонію, а з комплексних – нітроамофоска. У вирощуванні зернових культур найчастіше використовують азотні добрива, а технічних культур – поєднання азотних добрив з нітроамофоскою.

На сьогоднішній день виробники підвищують норми внесення мінеральних добрив, вирощуючи озиму пшеницю, як основну продовольчу та прибуткову культуру, до 200 кг/га і більше мінерального азоту. Фізична норма внесення аміачної селітри становить 592 кг/га, карбаміду – 431 кг/га, сульфат амонію – 962 кг/га і нітроамофоски – 1227 кг/га (табл.). Проте, нітроамофоска у своєму складі також містить фосфор (P) і калій (K), що сприятиме більш повноцінному засвоєнню рослинами поживних речовин.

Таблиця – Надходження токсичних речовин у ґрунт з мінеральними добривами під час вирощування озимої пшениці за норми мінерального азоту 200 кг/га

Вид мінерального добрива	Лабораторний аналіз			Фізична вага внесення мінерального добрива, кг/га	Надійде у ґрунт	
	азот, %	сірка, %	Cs-137, Бк/кг		сірки, кг/га	Бк/га
Аміачна селітра	33,8	–	6,5	592	–	38,5
Карбамід	46,4	–	6,6	431	–	28,4
Сульфат амонію	20,8	23,9	6,7	962	224	64,5
Нітроамофоска	16,3	відс.	7,7	1227	–	94,5

Лабораторним аналізом визначили, що аміачна селітра містить 33,8% азоту, карбамід – 46,4%, сульфат амонію – 20,8%, нітроамофоска – 16,3%, що відповідає стандартам.

Сірка була виявлена лише у сульфату амонію у кількості 23,9%. Теоретично сірка могла бути присутня ще у нітроамофосці, але лабораторний аналіз її не виявив. З сульфату амонію у ґрунт надійде 224 кг/га сірки.

Радіоактивний Cs-137 був присутній у всіх мінеральних добривах. Найбільше його було у нітроамофосці – 7,7 Бк/кг, а найменше в аміачній селітрі – 6,5 Бк/кг.

Одиницею радіоактивності в системі СІ є беккерель. Беккерель – це така кількість радіоактивної речовини, в якій проходить 1 акт розпаду за 1 с. Тобто, один беккерель дорівнює одному ядерному перетворенню в секунду. За одиницю радіоактивності речовини прийнято питому вагову активність – беккерель на кілограм (Бк/кг). За одиницю радіоактивності площі – питому забрудненість площі – беккерель на квадратний кілометр або гектар (Бк/км², Бк/га).

Найбільша питома забрудненість площі поля радіоактивним Cs-137 буде спостерігатись за внесення нітроамофоски і становитиме 94,5 Бк/га. Найменша питома забрудненість площі поля радіоактивним Cs-137 буде спостерігатись за внесення карбаміду і становитиме 28,4 Бк/га.

Висновки. Вносячи 200 кг/га мінерального азоту під озиму пшеницю найбільше необхідно використати фізичної ваги нітроамофоски, а найменше карбаміду. Забрудненість ґрунту сіркою буде відбуватись лише за внесення сульфату амонію, а радіоактивним Cs-137 – за внесення всіх досліджуваних мінеральних добрив. Найбільш радіоактивним мінеральним добривом (за Cs-137) за внесення на 1 га буде нітроамофоска. Тому для зменшення токсикації ґрунту сіркою та Cs-137 необхідно обмежити використання сульфату амонію і нітроамофоски або обмежити норми їх внесення.

Література

1. Удосконалення управління природокористування в АПК/С. І. Дорогунцов, П. П. Борщевський, Б. М. Данилишин. – К.: Урожай, 1992. – 128 с.
2. Дорогунцов С.І., Гаца О.О. Проблеми природокористування і шляхи їх вирішення // Трибуна. – 1995. – № 7-8. – С. 32-33.
3. Баланс и круговорот азота в агроэкосистемах на техногенно загрязняемых почвах Прибайкалья / Л.Г. Котова, А.Б. Раднаев, Н.П. Лесных // Тез. докл. междунар. конф. "Проблемы антропогенного почвообразования". – М., 1997. –Т. 3. – С. 147-150.
4. Даниленко А.С., Горлачук В.В., В'юн В.Г., Песчанська І.М., Сохнич А.Я. Управління відтворенням і збереженням родючості ґрунту у контексті сталого розвитку природокористування. – Миколаїв: Вид-во ПП "Гліон", 2003. – 39 с.
5. Дейнеко Л.В., Хлобистов Є.В. Екологічно чиста продукція у системі стратегічних орієнтирів сталого розвитку агропромислового комплексу // Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія "Економіка та менеджмент". – 2005. – Вип. 3–4 (16–17). – С. 84–86.

Аннотация

Проведено исследование самых распространенных минеральных удобрений и рассчитан объем поступления токсичных веществ с фактическими нормами удобрений, которые вносятся под сельскохозяйственные культуры.

Установлено, что аммиачная селитра, карбамид, сульфат аммония и нитроаммофоска в своем составе содержат радиоактивный Cs-137, а сульфат аммония также серу.

Исследовано, что при использовании данных удобрений наиболее радиоактивного Cs-137 попадет в почву при внесении нитроаммофоски, а также установлено что загрязненность почвы серой будет происходить только при внесении сульфата аммония.

Summary

Research of the most widespread mineral fertilizers is conducted and the volume of receipt of toxic matters is expected with the actual norms of fertilizers which are brought in under agricultural cultures.

It is set that ammoniac saltpetre, Carbamidum, sulfate in the composition radio-active Ss-137 contain an ammonium and nitroamofoska, and sulfate to the ammonium also sulphur.

It is investigational, that at the use of these fertilizers of most radio-active Cs-137 will get in soil at bringing of nitroamofoski, and also it is set that muddiness of soil sulphur will take place only at bringing of sulfate to the ammonium.

ВПЛИВ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ЕФЕКТИВНИХ МІКРООРГАНІЗМІВ НА АГРЕГАТНИЙ СКЛАД ҐРУНТУ

Т. Зайцева, аспірантка

Вінницький національний аграрний університет

Проаналізовано причини руйнування структури ґрунту. Досліджено зміну фракційного складу ґрунту під час застосування технологій ефективних мікроорганізмів.

Зроблено поділ мікродобрив за характером їхнього впливу на утворення агрономічно цінних агрегатів, брил та пилу. Найкраще утворює агрономічно цінну структуру застосування препаратів «Байкал» і «Вермісол».

Ключові слова: ґрунт, агрегатний склад, ефективні мікроорганізми, технологія.

Постановка проблеми. Обробіток ґрунту, застосування важкої сільськогосподарської техніки, внесення мінеральних добрив, меліорація призвели до зміни ґрунтових режимів та властивостей ґрунтів, зокрема до погіршення їхнього структурно-агрегатного стану [1]. Руйнування структури ґрунту спричиняється також опадами, які містять певну кількість іонів водню і незначну кількість карбонату амонію [2]. Це зумовлює зменшення кількості водотривких агрегатів, погіршення водно-фізичних властивостей, замулення верхнього шару під час його зволоження, утворення кірки під час висихання [3]. Такі ґрунти дуже запливають, ущільнюються, стають важкими для обробітку [4]. Втрата агрегованості ґрунту веде до інтенсифікації анаеробних процесів, що сприяє виникненню в ґрунті токсичних для рослин речовин і зниження їхньої врожайності [5]. Одним із способів відновлення структури ґрунту є застосування технологій ефективних мікроорганізмів, проте це питання досконалим ще не досліджено. Тому необхідно вивчити вплив технологій ефективних мікроорганізмів на зміну агрегатного складу ґрунту.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Незважаючи на застереження деяких вчених про небезпеку тривалого застосування оранки для структури ґрунту і його фізичного стану, такий обробіток досить довго займав панівне місце в технологіях вирощування культур, по суті йому не було альтернативи. І тільки в останній час, коли проблема втрати структури і переущільнення стали загрозливою, виникла необхідність застосування інших технологій, що передбачають скорочення числа проходів агрегатів, глибини обробітку, застосування безполицевих ґрунтозахисних технологій [6].

У землеробстві все більше уваги приділяють питанням ресурсощадних

технологій вирощування культур, які базуються на зниженні інтенсивності обробітку ґрунту. Вплив на ґрунти мінімального обробітку проявляється у позитивних змінах у структурному стані верхнього шару, зменшенні глибини підорної підшви, збільшенні фільтраційної здатності ґрунту, кількості доступної вологи, рухомих форм елементів живлення, підвищенні протиерозійної стійкості, мікробіологічної активності, економії палива, збільшенні врожаю, суттєвих покращень економічних та енергетичних показників. Разом з цим є й негативні зміни – помірне підвищення щільності будови, твердості й деяких інших показників ґрунту, забур'яненості й захворюваності (особливо в перші 3–4 роки), значних цінах на техніку й хімічні засоби захисту рослин і ґрунтів [7]. Покращення структури ґрунту за мінімального обробітку пояснюється накопиченням значної кількості пожнивних і корневих решток, меншою інтенсивністю розкладу органічної речовини, а також підвищенням активності ґрунтової біоти та фауни [8]. Проте підвищити активність ґрунтової біоти можливо і за допомогою технологій ефективних мікроорганізмів.

Мета статті. Встановити вплив технологій ефективних мікроорганізмів на структурно-агрегатний склад ґрунту. Експериментальні дослідження виконувалися на дослідному полі Вінницького національного аграрного університету у ДГ «Агрономічне» впродовж 2016-2017 років.

Ґрунт дослідної ділянки – сірий лісовий середньосуглинковий. У стаціонарному досліді у ґрунт шляхом обприскування вносили ЕМ-препарати, які містять симбіотичний саморегульовальний комплекс спеціально відібраних природних живих мікроорганізмів: фотосинтезувальних та молочнокислих бактерій, дріжджів, актиноміцетів і ферментувальних грибів. ЕМ-препарати використовуються для оздоровлення ґрунту та відновлення його родючості (табл. 1).

Таблиця 1 – **Норма внесення ЕМ-препаратів у ґрунт**

№	Назва препарату	Норма внесення, л/га
1.	Контроль	-
2.	Байкал ЕМ-1	5
3.	Емочки-родючість	10
4.	Органік-баланс	0,3
5.	Вермісол	6,0
6.	Целюлад	1,5
7.	Біофосфорин	1,0

Внесення ЕМ-препаратів проводили у вечірній період дня задля захисту ефективних мікроорганізмів від попадання сонячних променів. Після обприскування ґрунту проводили його загортання відповідно до інструкції застосування мікропрепаратів.

Структурно-агрегатний склад ґрунту визначали сухим просіюванням зразків ґрунту через набір сит (метод Саввінова) і перерахунку ваги фракції у відсоток від загальної маси зразка. У подальшому проводили обрахунок відсоткового співвідношення агрономічно цінних агрегатів ґрунту у кожному варіанті досліду та встановлювали ефективність мікробіологічних препаратів.

Виклад основного матеріалу. Вважають, що з агровиробничої точки зору найціннішими є структурні агрегати розміром від 1 до 5 мм (табл. 2). Процентний вміст у ґрунті агрегатів такого розміру встановлюють, визначаючи його структурний склад. Добре оструктуреними ґрунтами є ті ґрунти, які містять 80% і більше структурних агрегатів розміром 1-5 мм, середньо оструктуреними – 50-80 % і погано оструктуреними – менше 50 %.

Таблиця 2 – Структурний склад ґрунту після застосування технології ефективних мікроорганізмів, %

Препарати	Розмір фракції, мм									Агрономічно цінна структура 1-5мм
	>10	7	5	3	2	1	0,5	0,25	<0,25	
Контроль	25,2	12,7	11,3	12,5	12,4	6,6	13,2	5,4	0,7	42,8
Байкал ЕМ-1	10,4	10,3	15,3	21,1	20,1	8,6	7,3	6,5	0,4	65,1
Емочки-родючість	16,9	10,3	14,3	22,0	14,0	7,5	8,0	6,7	0,3	57,8
Органік-баланс	18,4	11,7	12,3	20,2	13,6	9,6	7,4	6,6	0,2	55,7
Вермісол	12,2	11,1	14,4	28,7	12,3	6,9	7,3	6,8	0,3	62,3
Целюлад	23,3	11,5	12,0	12,7	14,3	10,5	8,1	7,5	0,1	49,5
Біофосфо-рин	15,7	10,0	14,1	18,1	15,4	12,0	7,8	6,5	0,4	59,6

Технологія ефективних мікроорганізмів покращує структурно-агрегатний склад ґрунту порівняно з контролем. Було виявлено збільшення в структурі ґрунту агрономічно цінних агрегатів та зменшення фракції брил (>10 мм) та пилу (<0,25 мм). Застосування більшості препаратів показали, що ґрунт після їх застосування стає середньооструктуреним і лише застосування препарату «Целюлад» показав низьку оструктуреність ґрунту. Препарати «Байкал» та «Вермісол» найкраще вплинули на збільшення частки агрономічно цінних агрегатів, яка становила 65,1% та 62,3% відповідно. Менший ефект був за використання препаратів «Біофосфорин», «Емочки-родючість» та «Органік-баланс» – 59,6%, 57,8% і 55,7% відповідно. Найменша кількість агрономічно цінних агрегатів була виявлена під час застосування препарату «Целюлад» і становить 49,5%, проте порівняно з контролем частка агрономічно цінних агрегатів вища.

Найбільша кількість брилуватих агрегатів була на контролі (25,2%) та при застосуванні препарату «Целюлад» (23,3%), що є негативним явищем для обробітку ґрунту. Утворення середньої кількості брил характерна для препаратів «Органік-баланс», «Емочки-родючість» та «Біофосфорин» і

становить 18,4%, 16,9% і 15,7% відповідно. Мікропрепарати «Байкал» та «Вермісол» протидіють утворенню брил і мають найнижчий вміст даної фракції (10,4% і 12,2%).

Найбільша маса фракції <0,25 мм було виявлено на контролі – 0,7% та у варіантах з препаратами «Байкал» і «Біофосфорин», що становить 0,4%. Середня кількість утворилася при застосуванні препаратів «Вермісол», «Емочки-родючість» і «Органік-баланс» і складає 0,3%, 0,3% і 0,2% відповідно. Найменше пилу виявлено у варіанті із застосуванням «Целалюд» (0,1%).

Частка агрономічно цінних агрегатів під час застосування ЕМ-препаратів порівняно з контролем зросла на 13,5-34,3% (рис. 1).

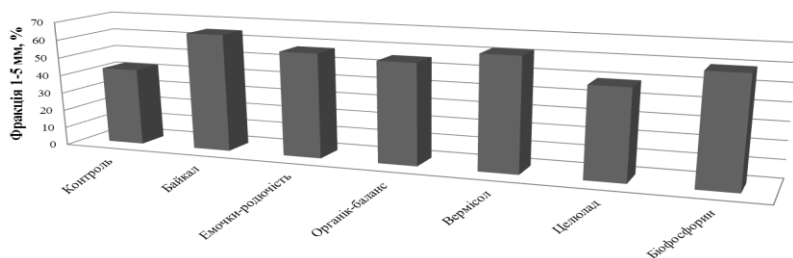


Рисунок 1 – Частка агрономічно цінних агрегатів залежно від застосування ЕМ-технології

Найкращий результат утворення агрономічно цінної структури виявлено під час застосування препаратів «Байкал» і «Вермісол», що у 1,52 та 1,45 рази більше за контроль. Препарати «Біофосфорин», «Емочки-родючість» і «Органік-баланс» збільшили частку агрономічно цінних агрегатів порівняно з контролем у 1,39, 1,35 та 1,30 рази відповідно. Найменш ефективним порівняно з іншими препаратами був «Целюлад», проте його дія була краща за контроль у 1,15 рази. Отже, технологія ефективних мікроорганізмів покращує структуру ґрунту порівняно з контролем на всіх дослідних варіантах.

Висновки. Використання технологій ефективних мікроорганізмів призводить до покращення структурно-агрегатного складу ґрунту, що в подальшому може позитивно вплинути на агроєкосистему загалом. Дослідження структури ґрунту показали, що найефективнішими препаратами є «Байкал» та «Вермісол», які сприяли утворенню у ґрунті найбільшої кількості агрономічно цінних структурних агрегатів. Найменший вплив показав препарат «Целюлад».

Література

1. Луцишин О. Структурно-агрегатний стан дерново-підзолистих ґрунтів Надсянської рівнини / О. Луцишин // Вісник Львів. ун-ту. – №39. – 2011. – С. 237-244.
2. Структура ґрунту та її агрономічне значення. [Електронний ресурс]: Режим доступу: <http://collectedpapers.com.ua>. – Назва з екрана.
3. Козішкурт С.М. Збереження родючості ґрунтів Полісся потребує локального моніторингу / С.М. Козішкурт // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. – №1(65). – 2014. – С. 19-26.
4. Титаренко В.П., Титаренко О.О. Сучасне сільськогосподарське виробництво. Практикум: навчальний посібник / В.П. Титаренко, О.О. Титаренко. – Полтава, 2010. – 477 с.
5. Чорний С.Г. Трансформація макроструктури чорнозему південного при застосуванні No-till технології / С.Г. Чорний, О.В. Видинівська // Ґрунтознавство. – №3-4. – 2012. – С. 23-31.
6. Медведєв В.В. Структура почви / В.В. Медведєв. – Х.; «13 типографія», 2008. – 406 с.
7. Медведєв В.В. Інноваційні тенденції в обробітку ґрунтів / В.В. Медведєв, Т.М. Лактіонова, Л.Г. Почепцова, Р.М. Ламар // Агрохімія і ґрунтознавство. Спец. випуск до VII з'їзду УТГА. – Книга перша. – Харків, 2006. – С. 79–94.
8. Піковська О.В. Вплив мінімізації обробітку ґрунту на структурний стан чорнозему звичайного [Електронний ресурс]: Режим доступу: 711-1391-1-SM.pdf – Назва з екрана.

Анотація

Проанализированы причины разрушения структуры почвы. Исследовано изменение фракционного состава почвы при внесении технологий эффективных микроорганизмов.

Сделано разделение микроудобрений по характеру их влияния на образование агрономически ценных агрегатов, глыб и пыли. Лучшее образует агрономически ценную структуру применения препаратов «Байкал» и «Вермисол».

Summary

The reasons for the destruction of the soil structure are analyzed. The change of fractional composition of soil when introducing technologies of effective microorganisms is investigated.

The separation of microfertilizers by the nature of their influence on the formation of agronomically valuable aggregates, blocks and dust has been made. It is best to form an agronomically valuable structure of the use of "Baikal" and "Vermysol" preparations.

УДК 664.723

ОЗОНУВАННЯ ЯК ПЕРСПЕКТИВНИЙ СПОСІБ ОБРОБКИ ЗЕРНОВОЇ СИРОВИНИ

О. Цуркан, канд. техн. наук, доцент,

Д. Присяжнюк, аспірант,

Вінницький національний аграрний університет

Одним із способів підвищення ефективності окремих технологічних процесів у сільськогосподарському виробництві, таких як виробництво зерна і насіння, є використання озону. Це обумовлено участю озону в багатьох біохімічних процесах, що є основою обміну речовин та енергій у сільськогосподарських біологічних об'єктах.

Результатом застосування озоноповітряної суміші в обробці зернової сировини є підвищення продуктивності, зниження енергоспоживності, зменшення кількості бактеріологічних та вірусних інфекцій у зерновій масі, підвищення урожайності і збереження сільськогосподарської продукції.

Озонування зерна може проводитись як у післязбиральній (інтенсифікація процесу сушіння, знищення потенційних шкідників та хвороб), так і передпосівній обробці (підвищення дружності та показників схожості), а також під час зберігання.

Ключові слова: *зернова сировина, озон, обробка, післязбиральна обробка, передпосівна обробка, інтенсифікація, сушіння, бактерицидна дія, схожість зерна.*

Постановка проблеми. Розвиток сільського господарства є запорукою економічної та продовольчої безпеки нашої країни. На сучасному етапі найдоцільніше впроваджувати інтенсивні способи розвитку виробництва, застосовувати передові досягнення науки, техніки і світової практики. Перед аграріями України стоїть важливе завдання – підвищення конкурентоспроможності вітчизняної сільськогосподарської продукції.

Особливого значення набуває використання нанoeлектротехнологій як сукупності нових методів і засобів електрофізичного впливу на технологічні процеси і сільськогосподарські біооб'єкти. Завдяки використанню особливих властивостей електроенергії, таких як здатності концентрації і легкої подільності, високої гнучкості керованості, різноманіття форм її прояву та видів перетворення, доступності та миттєвої передачі на великі відстані, екологічної чистоти і специфічної взаємодії з живими організмами, нанoeлектротехнології можуть стати основою для розвитку агропромислового комплексу [1].

Тому, матеріал статті є актуальною і практично значущою проблемою сьогодення та майбутнього.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Науковцями проводились дослідження впливу технології озонування на зернову сировину у післязбиральній та передпосівній обробці, а також під час її зберігання. Приміром, у роботі [2] докладно наведені особливості впливу озоноповітряної суміші на характеристики зернової сировини під час сушіння залежно від концентрації озону, часу сушіння і т.д. Встановлено залежність між зміною зараженості зерна спорами грибків (фузаріум, аспергілюс) і концентрацією озону в складі сушильного агента.

Також були встановлені високі бактерицидні властивості озону, який володіє перевагами ефективних протруювачів. Його використання в обробці зернової сировини дозволяє проводити профілактику і лікування хвороб та захист рослин [3 - 6].

Резчиковим В. Г., Чурмасовим А. В., Гавриловим А. А. [7, 8] у передпосівній обробці були проведені експерименти з визначення впливу доз обробки озоноповітряною сумішшю на схожість зерна.

Мета статті обґрунтувати необхідність та перспективність використання озону під час обробки зернової сировини у післязбиральній та передпосівній періоди, а також під час зберігання.

Виклад основного матеріалу дослідження. Основними видами обробки зернової сировини є післязбиральна та передпосівна обробка, кожна з яких відрізняється своїми технологічними процесами та кінцевим результатом. Наприклад, післязбиральна обробка включає операції сушіння, очищення та знезараження зернової маси, яка надходить з поля, для отримання сировини з заданими властивостями (вологістю, ступенем забрудненості та зараженості). Передпосівна обробка полягає в підготовці зернової сировини (насіння) до сівби з забезпеченням необхідних якісних показників – схожості, відсотку проростання, ступеня зараженості.

Післязбиральна обробка зерна є відповідальним і складним етапом, оскільки під час цього технологічного процесу потрібно забезпечити стандартну вологість зернової маси для належного зберігання. Рослинницька продукція після збирання зазвичай містить різні інфекції, цвіль, а також дрібні комахи. Це призводить до значних втрат під час зберігання і переробки, що особливо небезпечно, та сприяє поширенню інфекційних захворювань (стафілококи, кишкова паличка, сальмонела та ін.).

Оскільки звичайні методи не приносять суттєвих конкурентних переваг, швидкими темпами відбувається пошук нових технологічних прийомів післязбиральної обробки зерна.

Використання озону в аграрній галузі вважається перспективним напрямком. Зокрема, озонування зерна позитивно позначається як на зниженні енерговитрат під час виконання технологічного процесу післязбиральної обробки, так і на підвищенні тривалості його зберігання і

смакових якостях [10].

Озон володіє бактерицидними, віруліцидними, фунгіцидними і спороцидними властивостями залежно від концентрації та експозиції. Висока хімічна активність озону зумовлена його окисними властивостями. Озон взаємодіє з мембранною структурою клітин бактерій, грибів, структурною одиницею вірусів, що призводить до порушення її бар'єрної функції і їх загибелі. За бактерицидною дією озонування перевершує дію ультрафіолетового кварцового опромінення. Бактерицидний ефект від кварцового опромінення протягом 60 хв. ідентичний бактерицидному ефекту від дії озону протягом 3 хв. Озон має високу проникну здатність, а також проявляє антибактеріальну активність відносно грампозитивної флори, кишкової палички, епідермального стафілокока.

Озон інтенсифікує швидкість сушіння зернових завдяки безпосередньому хімічному і біохімічному впливу на сільськогосподарську сировину, покращує переміщення вологи з внутрішніх шарів і тепломасообмін у процесі сушіння загалом. За використання озону економія становить до 89 кг умовного палива на тонну висушеного зерна. Сушіння в озono-повітряному середовищі спричиняє бактерицидну дію і покращує якісні показники матеріалу, запобігає процесам самозігрівання, забезпечує глибокий стан спокою в період зберігання, збереження маси сухої речовини і покращує показники схожості. Отже, відпадає необхідність в протравленні зерна та є можливість зменшити витрати на процес сушіння. Особливою перевагою застосування озону є те, що він не дає небажаних побічних продуктів, тому що невикористаний озон розпадається до атомарного кисню [10].

Також перспективним є використання технології озонування і в передпосівній обробці зернової сировини щоб отримати високоякісний насіннєвий матеріал.

Досліди вчених дозволили зробити висновок, що фізико-хімічні властивості озону сприяють прискоренню процесів, які відбуваються в насінні в процесі його росту. Фізіолого-біохімічні процеси в рослинному організмі протікають нормально тільки за оптимального насичення клітин водою. Від дії озону насіння поглинає більше води, при цьому процес протікає більш інтенсивно, ніж у необробленого насіння. Як відомо, вода в клітину надходить завдяки набухання біоколоїдів протоплазми і клітинних оболонки, а також внаслідок електроосмосу, обумовленого наявністю електричного потенціалу приграничних поверхонь протопласту. Роль останнього процесу залежить від вологості середовища та інтенсивності основних процесів життєдіяльності, а також від умов зовнішнього середовища, які змінюють потенціал поверхні протопласту. Озон помітно діє на набухання насіння, підвищує інтенсивність дихання, активізує перетворення запасних речовин ендосперму. Все це впливає на ріст проростків [2].

Таким чином, озон покращує метаболічні процеси, які протікають у насінні, забезпечує ефективне використання поживних речовин, які знаходяться в насінні, і водночас є ефективним фунгіцидом та інсектицидом. Аналіз літературних джерел показав, що передпосівна обробка озоном є ефективним способом підвищення урожайності, при цьому рекомендовані концентрації озону для обробки лежать в межах від 0,002 мг/м³ до 80 мг/м³ [11, 12].

Перспективним є використання обробки зерна озоном і під час зберігання. Його високі окислювальні властивості дають змогу успішно боротися із шкідниками та хворобами, які можуть бути присутніми у зерновій сировині. Отже, відпадає потреба у застосуванні засобів протруювання.

Висновки. Обробка зерна є важливим технологічним процесом, метою якого є отримання сировини із заданими властивостями. Існуючі методи та прийоми обробки вимагають розробки та впровадження сучасних інтенсивних технологій для забезпечення зниження витрат на виконання цього процесу та отримання зернової сировини високої якості.

Обробка зерна проводиться у післязбиральний та передпосівний періоди, а також під час зберігання. Перспективною в обробці зернової сировини є технологія озонування, яка інтенсифікує процес сушіння, спричиняє бактеріологічну дію на оброблювану сировину та підвищує показники насінневого зерна, що, зі свого боку, дає можливість отримання якісної зернової сировини.

Література

1. Нормов Д.А. Электроозонные технологии в семеноводстве и пчеловодстве: дис. доктора техн. наук: 05.20.02 / Нормов Дмитро Олександрович. – Краснодар, 2008. – 340 с.
2. Ксенз Н.В. Повышение качества зерна на основе использования озоноздушных смесей / Н.В. Ксенз, К.Х. Попандопуло // Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия. – Зерноград, 2009.
3. Нормов Д.А. Механизм воздействия озоноздушной смеси на семена кукурузы и методика проведения экспериментального исследования влияния электроозонирования на ростовые процессы семян /Д.А. Нормов, А.А. Шевченко, О.А. Сапрунова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубДАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубДАУ, 2015. - №01(105). С. 775-787. – IDA [article ID]: 1051501047. – Режим доступу: <http://ej.kubagro.ru/2015/01/pdf/47.pdf>.
4. Шевченко А.А. Параметры электроозонирования для предпосевной обработки семян кукурузы: автореф. дисертації на здобуття наук. ступеня канд. техн. Наук / А.А. Шевченко. – Краснодар: КубДАУ, 2005. – 21 с.

5. Шевченко А.А. Параметры электроозонирования для предпосевной обработки семян кукурузы: дис. кандидата техн. наук / А.А. Шевченко – Краснодар: КубДАУ, 2005. – 137 с.

6. Шхалахов Р.С. Параметры электроозонатора барьерного типа заданной стабильности для предпосевной обработки семян сахарной свеклы: дис. кандидата техн. наук / Р.С. Шхалахов. – Краснодар: КубДАУ, 2006.

7. Резчиков В.Г. Влияние озона на прорастание семян гороха и облепихи / В.Г. Резчиков, А.В. Чурмасов, А.А. Гаврилова // «Техника в сельском хозяйстве» збір. наук. роб. – Челябінськ: ЧДАУ, 1998. – С. 14-17.

8. Резчиков В.Г. Воздействие озона на биологические объекты / В.Г. Резчиков // «Молодые исследователи сельскохозяйственной науки»: збір. наук. роб. – Челябінськ: ЧДАУ, 1997.- С. 12-14.

9. Перспективи використання озону в післязбиральній обробці зерна / Цуркан О.В., Герасимов О.О., Коломієць О.С., Присяжнюк Д.В.; Вінницький національний аграрний університет. – Вінниця: Всеукр. науково-тех. журнал "Техніка, енергетика, транспорт АПК", № 3, 2016. – С. 80-85.

10. Єрмакова В.А. Озонирование зерна: Учебное пособие / В.А. Єрмакова, П.П. Єрмаков.-Днепропетровск.

11. Вербицька С. В. Предпосевная обработка семян фасоли магнитным полем и озоном: дис. канд. техн. наук. / С.В. Вербицька. – Краснодар: КубДАУ, –2001. – 133 с.

12. Нормов Д.А. Способ обработки семян с.х. культур / Д.А. Нормов, А.А. Шевченко, О.А. Сапрунова // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: збір. наук. роб. – Краснодар: КубДАУ. – 2003.

***Аннотація.** Одним из способов повышения эффективности отдельных технологических процессов в сельскохозяйственном производстве, таких как производство зерна и семян, является использование озона. Это обусловлено участием озона во многих биохимических процессах, что является основой обмена веществ и энергии в сельскохозяйственных биологических объектах.*

Итогом применения озонозодушной смеси при обработке зернового сырья является повышение производительности, снижение энергоемкости, уменьшение количества бактериологических и вирусных инфекций в зерновой массе, повышение урожайности и сохранения сельскохозяйственной продукции.

Озонирование зерна может проводиться как при послеуборочной (интенсификация процесса сушки, уничтожение потенциальных вредителей и болезней), так и предпосевной обработке (повышение дружелюбности и показателей всхожести), а также во время хранения.

Summary. *One of the ways to increase the efficiency of individual processes in agricultural production, such as grain and seed production, is the use of ozon. This is due to the participation of ozone in many biochemical processes, which is the basis of metabolism and energy in agricultural biological objects.*

The result of the use of the ozone-air mixture during the processing of grain raw materials is an increase in productivity, a reduction in energy intensity, a reduction in the number of bacteriological and viral infections in the grain mass, an increase in yield and preservation of agricultural products.

Grain ozonization can be carried out both in post-harvest (intensification of the drying process, destruction of potential pests and diseases), pre-sowing treatment (increasing friendliness and germination), and also during storage.

УДК 631.232.2:658.5

СТВОРЕННЯ КОМФОРТНИХ УМОВ УТРИМАННЯ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ КОРІВ В ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

М. Луценко, д-р с.-г. наук, професор

О. Галай,

Білоцерківський національний аграрний університет

Наведено результати досліджень умов утримання високопродуктивних корів у традиційних і нових легкозбірних приміщеннях з інноваційними технологіями виробництва молока. Визначено параметри мікроклімату і поведінки корів у різних типах приміщень.

Установлено, що наявні в Україні корівники, які зараз експлуатуються, не забезпечують комфортних умов утримання корів, особливо високопродуктивних. Кубатура на одну корову в таких приміщеннях складає лише 45,6 м³, тоді як у нових приміщеннях вона сягає 96,3 м³. Це позитивно впливає на умови утримання корів, особливо на зниження рівня загазованості. Приміром, рівень аміаку в легкозбірних приміщеннях знижується у 8,07раза, бактеріальне забруднення повітря у18,7 раза, порівняно з традиційними корівниками.

Ключові слова: *інноваційні технології, легкозбірні приміщення, мікроклімат, поведінка тварин.*

Вступ. Молочне скотарство - одна з провідних галузей тваринництва, яка забезпечує населення продуктами харчування, а промисловість сировиною. На сьогодні ця галузь в Україні перебуває в тяжкому кризовому стані. Виробництво молока на душу населення скоротилось з 500 до 200 кг, що обумовлено різким зменшенням поголів'я корів та їхньою низькою продуктивністю, причиною якої, перш за все, є використання застарілих витратних технологій виробництва молока. З огляду на це настала нагальна необхідність переведення молочного тваринництва України на нову технологічну основу і впровадження ресурсоощадних технологій, які б забезпечували високу ефективність галузі.

Постановка проблеми. Відомо, що ефективність технології виробництва молока залежить від продуктивності корів та витрат праці на його виробництво [1]. Отже, сьогодні головним завданням є відновлення молочного скотарства як через збільшення загальної кількості поголів'я корів, так і впровадження нових інноваційних технологій виробництва молока, які забезпечать високу продуктивність тварин, а відповідно, і високу ефективність галузі. Водночас встановлено, що впровадження нових

низьковитратних технологій неможливе в старих тваринницьких приміщеннях, побудованих у минулі роки за проектами тих часів [2, 5].

Тому, розробляючи нові ресурсощадні технології виробництва молока, на першому плані стояло завдання створити комфортні умови функціонування високопродуктивних корів, які б забезпечили їхній нормальний фізіологічний стан і високу продуктивність. Для цього розроблено і побудовано новий стандарт корівника завширшки 32,5 м з легкозбірних конструкцій з боковими шторами та світлоаераційним гребенем.

Легкозбірні корівники з ресурсощадною технологією виробництва молока позитивно зарекомендували себе в Європейських країнах та успішно експлуатуються. Україна знаходиться у жорсткіших кліматичних умовах. Тому перед упровадженням таких приміщень в умовах України необхідно було оцінити якість їх функціонування в різні періоди року. Це обумовлено тим, що таких досліджень в Україні не проводилось.

Мета досліджень – дослідити параметри функціонування легкозбірних корівників з новими об'ємно-планувальними і технологічними рішеннями в умовах України.

Завдання досліджень:

- здійснити аналіз основних параметрів традиційних і нових типів приміщень;

- дослідити основні параметри мікроклімату в наявних і нових легкозбірних корівниках;

- вивчити поведінку корів в умовах різних систем утримання.

Виклад основного матеріалу досліджень. Аналіз наявних в Україні проектів тваринницьких приміщень показав, що на цей час на молочних фермах функціонують приміщення завширшки 10,5, 11, 18, 21 і 24 м. Під час їх будівництва керувались економічною доцільністю, зокрема вартістю одного скотомісця, а не фізіологічними потребами тварин, особливо високопродуктивних. Через це впродовж багатьох років продуктивність молочних стад в Україні не перевищувала 4,0–5,0 тис. кг молока за лактацію.

Такі приміщення закритого типу не можуть забезпечити оптимального повітрообміну і потребують обов'язкового застосування системи вентиляції, що різко збільшує енерговитрати на виробництво молока. З огляду на це системи вентиляції практично не монтувались, а мікроклімат не відповідав чинним нормативам.

В останні роки в Україні побудовано декілька нових молочних ферм на основі сучасних об'ємно-планувальних і технологічних рішень. Вони обладнуються боковими шторами та світлоаераційним гребенем. Технічні характеристики найдосконалішого традиційного і нового типу корівника представлено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Основні параметри корівників

Показник	Значення показника	
	традиційний корівник	новий тип корівника
Система утримання	прив'язна	безприв'язно-боксова
Годівля корів	з традиційних годівниць	з кормового столу
Напування	індивідуальні напувалки	групові напувалки
Ширина приміщення, м	24,0	32,5
Висота приміщення, м	5,0	10,5
Довжина приміщення, м	76,0	96,0
Місткість приміщення, голів	200	340
Кубатура приміщення на 1 голову, м ³	45,6	96,3

Як свідчить інформація, викладена в таблиці 1, параметри традиційного і нового типу приміщення суттєво відрізняються. У корівнику нового типу змінені системи утримання, годівлі і напування корів, більш ніж у два рази збільшена кубатура приміщення на 1 голову.

Вплив нових об'ємно-планувальних і технологічних рішень легкозбірних корівників, бокових штор і світлоаераційного гребеня на мікроклімат приміщення досліджувався як в літній, так і зимовий періоди. Встановлено, що легкозбірні корівники з боковими шторами та світлоаераційним гребенем забезпечують сприятливі умови утримання корів і мають очевидні переваги над традиційними типовим приміщеннями (табл. 2).

Таблиця 2 – Показники мікроклімату в різних типах приміщень в зимовий період

Показник	Значення показника		
	нормативні параметри за ВНТП-АПК-01-05	легкозбірний корівник	традиційний корівник
Швидкість руху повітря, м/с	0,3-0,4	0,5±0,09***	0,16...0,27±0,05
Освітлення в зоні годівлі, лк	52,0	49,0±3,2	31,0±2,7
Загазованість повітря: аміак, мг/м ³	20,0	1,3±0,25	10,5±0,5
вуглекислий газ, %	0,25	0,05	0,75 ±0,05
Бактеріальне забруднення повітря, тис/м ³	до 70,0	26,4 ±2,5	493,6 ±0,57

Приміром, швидкість руху повітря в легкозбірних корівниках у три рази вища ($P > 0,999$) порівняно з традиційними корівниками, що позитивно впливає на загазованість повітря, яка за наявності аміаку у 8,07 разів, менша порівняно з традиційним приміщенням. За таких умов бактеріальне забруднення повітря складає лише 26,4 тис/м³, у той час як у традиційних корівниках воно у 18,7 рази вище і складає 493,6 тис/м³.

Встановлено також, що у зимовий період як нові легкозбірні приміщення, так і типові корівники потребують додаткового освітлення в зоні годівлі тварин.

За середньої мінусової температури повітря навколишнього середовища температура в приміщенні легкозбірного корівника коливається в межах від мінус 1,8°C до мінус 4,8°C. Зі зниженням температури повітря навколишнього середовища в нічний час відповідно знижується температура повітря і в легкозбірному приміщенні (рис. 1). Тобто спостерігається пропорційна залежність між температурою повітря зовнішнього середовища і цим показником у легкозбірному приміщенні.

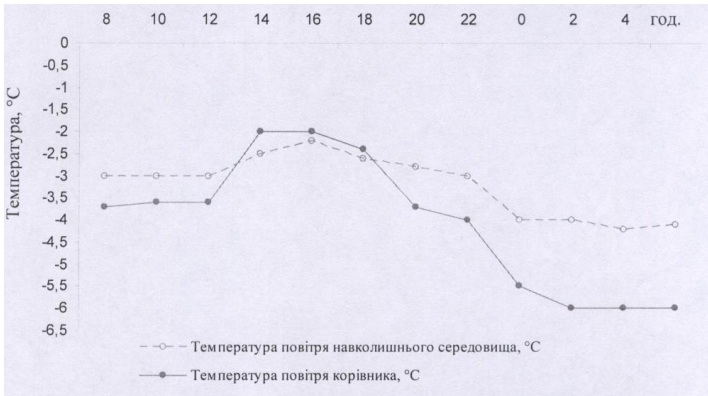


Рисунок 1 – Добова динаміка температури повітря корівника з легкозбірних конструкцій

Дослідження вологості повітря легкозбірного корівника впродовж доби показало, що цей показник значною мірою залежить не тільки від вологості навколишнього середовища, а й від ряду інших факторів. Приміром, у період з 8-ї до 16-ї години дня, коли проводяться різні технологічні операції, а саме роздавання кормів та прибирання гною, відносна вологість повітря значно знижується і знаходиться на рівні 75%. У нічний час із зачиненими ворітьми і опущеними боковими шторами її значення в корівнику підвищується до 82,5% (рис. 2).

Отже, дослідженнями встановлено, що легкозбірні корівники забезпечують комфортні умови утримання корів і мають очевидні переваги над умовами утримання в традиційних типових приміщеннях. Встановлені особливості щодо залежності температури повітря легкозбірного корівника від температури навколишнього середовища. Наявність у конструкції корівника бокових штор і світлоаераційного гребеня є позитивним, оскільки забезпечує низький рівень шкідливих газів у повітрі та його бактеріальне обсіменіння.



Рисунок 2 – Добова динаміка відносної вологості повітря легкозбірного корівника

Проведені етологічні дослідження показали, що найбільш комфортні умови утримання високопродуктивних корів забезпечуються в нових легкозбірних приміщеннях. У такому корівнику тварини тривалий період перебувають у стані спокою і відпочинку (табл. 3).

Таблиця 3 – Поведінка корів у різних типах приміщень (n=80)

Показник	Значення показника			
	Тип корівника			
	новий легкозбірний		традиційний	
	Тривалість акту поведінки			
	хв.	%	хв.	%
Спосіб утримання	Безприв'язний		Прив'язний	
Лежать бездіяльно, з них жують жуйку	750,0	52,1	667,2	46,34
Стоять бездіяльно, з них жують жуйку	174,7	23,3	149,6	22,43
Пересуваються	262,2	18,20	431,6	29,98
Споживають корм	37,2	14,2	66,2	13,29
Споживають воду	123,0	8,6	-	-
Доїння	252,0	17,4	320,2	22,23
	19,8	1,4	13,8	0,95
	33,0	2,3	7,2	0,5

Вони лежать бездіяльно 52,1% часу доби, а за низької температури цей показник підвищується до 54%, тоді як у традиційному корівнику відпочинок складає всього 46,34%, водночас підвищується до 29,98% час доби, впродовж якого корови стоять бездіяльно.

Позитивним у легкозбірних приміщеннях, зорієнтованих на безприв'язне утримання корів, є і те, що вони мають можливість пересуватися, на що

витрачають 8,6% часу доби, а завдяки годівлі тварин з кормового столу зменшено час на споживання корму (17,4% проти 22,23%).

Висновки. Проведені дослідження з оцінки ефективності функціонування легкозбірних корівників в умовах інноваційних технологій виробництва молока показали беззаперечну ефективність їх використання у відродженні молочного скотарства України. Нові типи приміщень забезпечують комфортні умови утримання високопродуктивних корів та зниження затрат на їх обслуговування і, головне, дозволяють використовувати сучасні високопродуктивні доїльні установки типу "Паралель", "Карусель" та "Ялинка". Ефективність використання цих типів доїльних установок буде встановлена в процесі подальших досліджень.

Література

1. Луценко М. М. Перспективні технології виробництва молока: монографія / М.М.Луценко, В.В.Іванишин, В.І.Смоляр – К.: Видавничий центр "Академія", 2006. – 192 с.
2. Луценко М. Будувати чи реконструювати/ М.Луценко, О.Могильний // Агроперспектива. – 2009 – №8–9. – 52–53.
3. Молочна ферма-комфорт тварин: практичний посібник аграрія // Агроексперт. – 2010. – №3. – С. 72–74.
4. Відомчі норми технологічного проектування. Скотарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми) ВН–АПК–01–05. Мінагрополітики України. –К., 2005. –111с.
5. Современные молочные фермы: спецвыпуск под ред. Политовой М. // Новое сельское хозяйство. - 2007. - 82 с.
6. Закон України "Про основні засади державної аграрної політики на період до 2015 року, №2982 – IV від 18.10.2005 р. / Відомості Верховної Ради України. – 2006, №1, с. 17.
7. Кудлай І. М. Вплив нових об'ємно-планувальних рішень родильного відділення біотехнологічного комплексу на умови утримання теличок // І.М.Кудлай, М.М. Луценко // Науковий вісник ЛНУВМБТ ім. Гжицького. – 2010. Т.12. – №2 (44) – С. 107–111.

***Аннотація.** Представлены результаты исследований условий содержания высокопродуктивных коров в традиционных и новых легкозборных помещениях с инновационными технологиями производства молока. Определены параметры микроклимата и поведения коров в различных типах помещений.*

Установлено, что имеющиеся в Украине коровники, которые сейчас эксплуатируются, не обеспечивают комфортных условий содержания коров, особенно высокопродуктивных. Кубатура на одну корову в таких помещениях составляет лишь 45,6 м³, тогда как в новых помещениях она достигает 96,3 м³. Это положительно влияет на условия содержания

коров, особенно на снижение уровня загазованности. К примеру, уровень аммиака в легкосборных помещениях снижается в 8,07 раза, бактериальное загрязнение воздуха в 18,7 раза, по сравнению с традиционными коровниками.

Summary.

The research results of the high-yielding cows keeping conditions in traditional and new easy-to-assemble sheds with innovative milk production technologies are presented. The parameters of the microclimate and behavior of cows in different types of premises are determined.

It is established that existing in Ukraine sheds that are now in operation, do not provide the comfort of the cows, especially of high performance. Cubic meters per cow in these areas is only 45.6 m³, while in the new premises, it reaches 96.3 m³. It has a positive effect on the conditions of keeping cows, especially on the level of gas pollution. For example, the level of ammonia in the areas easy-to-assemble sheds decreases by 8,07 times, and bacterial pollution by 18,7 times compared to traditional barn.

НА ШЛЯХУ СТВОРЕННЯ СІМЕЙНИХ МОЛОЧНИХ ФЕРМ, АДАПТОВАНИХ ДО ВИМОГ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ

В. Смоляр, канд. с.-г. наук,
Ю. Тютюнник,
УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

Викладено нормативні вимоги Європейського Союзу до створення малих молочних ферм родинного типу. Для розроблення технічних і технологічних рішень сімейних молочних ферм детально опрацьовано нормативні вимоги Європейського Союзу за такими напрямками: будівельне рішення; утримання молочної худоби; годівля тварин; напування тварин; доїння корів і охолодження молока; прибирання гною; мікроклімат у тваринницькій будівлі; зооветеринарне обслуговування тварин; інші вимоги. Під час створення сучасних сімейних молочних ферм для особистих селянських господарств доцільно враховувати нормативні вимоги Європейського Союзу.

Ключові слова: *виробництво молока, молочна худоба, нормативні вимоги Європейського Союзу, сімейна молочна ферма.*

Вступ. Для нарощування виробництва молока в Україні поряд з розвитком великотоварного виробництва особливого значення набувають заходи з розроблення та впровадження малих ферм, зокрема сімейного типу для фермерських і приватних домогосподарств, які функціонують на принципах малого і середнього аграрного бізнесу. Будуючи тваринницькі приміщення, важливо створити сприятливі, комфортні, включаючи мікрокліматичні, умови для утримання тварин [1, 2, 3, 4].

З огляду на ту обставину, що зараз в Україні біля 80 % молока виробляється в приватних домогосподарствах, що є важливою складовою в процесі наповнення продовольчого ринку такими важливими харчовими продуктами як молоко і молочні продукти – цей напрямок набуває тепер особливо вагомого значення.

Не менш важливо також враховувати соціально-економічну складову розвитку села, підвищення рівня життя сільського населення, створення робочих місць на селі, що сприяло б формуванню бази для подальшого розвитку сільських територій. У цьому контексті розроблення техніко-технологічних рішень сімейних ферм, адаптованих до вимог Європейського Союзу, для подальшого нарощування виробництва молока в державі є досить актуальним.

Мета досліджень. Збільшення виробництва молока через створення ефективних сімейних молочних ферм, адаптованих до вимог Європейського Союзу.

Результати досліджень. Для розроблення технічних і технологічних рішень сімейних ферм для утримання корів нами детально опрацьовано нормативні вимоги Європейського Союзу [5, 6] за такими напрямками: будівельне рішення; утримання молочної худоби; годівля тварин; напування тварин; доїння корів і охолодження молока; прибирання гною; мікроклімат у тваринницькій будівлі; зооветеринарне обслуговування тварин; інші вимоги.

Будівельне рішення: в основі створення молочної ферми повинен бути захист тварин; запропоновані варіанти будівель для утримання молочної худоби характеризуються тим, що їх ширина починається від 12 м; мінімальна глибина фундаменту повинна бути 0,5 м; під час проектування будівель для утримання великої рогатої худоби повинно бути передбачене місце для станка ветеринарного; поверхня підлоги в приміщенні повинна бути рифленою; зовнішні ворота чи двері повинні відкриватись назовні і за необхідності використовуватись як запасний вихід; доцільно використовувати розсувні ворота чи двері та ворота-ролети; вікна рекомендуються металопластикові, які відчиняються для додаткового вентилявання повітря в приміщенні; для зведення стін доцільно використовувати сандвіч-панелі, цеглу, бетон, штори бокові вентиляційні; ефективним є світло-вентиляційний гребінь.

Утримання молочної худоби: потрібно створити вільні, комфортні, наближені до природних, умови для утримання великої рогатої худоби; обладнання повинно бути виготовлене з матеріалів, стійких до механічного навантаження з боку тварин, а також до впливу вологи; як підстилку для тварин найраціональніше використовувати подрібнену солому; технологічна площа в секції за безприв'язного утримання у розрахунку на одну корову повинна бути не менше 6 м²/гол.; технологічна площа зони в секції, де пересуваються тварини, за виключенням боксів, повинна становити 4 м²/гол.; раціональні розміри боксів для відпочинку корів: ширина 1,2 м, довжина 2,1 – 2,6 м, висота огороження боксу 1,1 ± 0,1 м, нахил підлоги боксу в бік гнойового проходу 5 % (3°); огороження боксу повинно бути надійно закріплене, щоб витримувати навантаження значної маси тіла тварин; не допускається обмеження свободи пересування корів у межах секції.

Годівля тварин: повинен бути забезпечений вільний доступ тварин до кормів і води; усі тварини в групі повинні мати доступ до кормів одночасно; повинен бути забезпечений фронт годівлі для корів 0,7 м; ширина зони кормового стола, на якій роздають корми, де корови можуть їх доставати і споживати, повинна бути 0,98 – 1,12 м; пріоритет під час випоювання телят слід надавати згодовуванню телятам заміників незбираного молока; випоювання телят незбираним молоком чи заміником незбираного молока повинно здійснюватись щонайменше два рази на день.

Напування тварин: в секції, де утримують корів, повинно бути забезпечено щонайменше два джерела для напування тварин; від замерзання води в зимовий час напувалки повинні мати систему підігрівання води.

Доїння корів і охолодження молока: доїння корів повинно здійснюватись в доїльному залі; охолоджувач молока повинен бути розміщений в молочному відділенні на відстані 1,2 – 1,6 м від входу і 0,5 – 0,6 м – від стіни.

Прибирання гною: мінімальна ширина гнойового проходу для корів повинна бути 2,7 м; глибина гнойового каналу в тваринницькій будівлі повинна бути 8 – 20 см; відведення стічних вод з доїльних залів, побутових приміщень ферм проводять з використанням окремих від систем видалення гною каналізаційних систем для відведення та утилізації стічних вод.

Мікроклімат у тваринницькій будівлі: на мікроклімат у тваринницьких приміщеннях впливають такі фактори: територіальне розташування будівель, їх об'ємно-планувальні рішення, можливість збереження необхідної температури в приміщенні, кількість тварин, кліматичні умови довкілля; прийнятний рівень температури повітря в приміщеннях для утримання корів протягом року – від мінус 10 °С до + 25 °С за відносної вологості повітря до 80 %; для забезпечення належного мікроклімату в тваринницьких будівлях базовим можна вважати використання природної вентиляції через бокові штори і повітряні клапани на стінах, світло-вентиляційні гребені на дахах приміщень; у зонах відпочинку тварин потрібно уникати понаднормативного руху повітря – протягів, особливо в холодну пору року; необхідний рівень денного освітлення може бути досягнутий за рахунок використання прозорих елементів конструкції стін і даху будівлі.

Зооветеринарне обслуговування тварин: обрізування ратиць кінцівок у корів проводять 2-4 рази на рік; жорстке, неприродне поводження з молочною худобою, несподіваний шум у тваринницькій будівлі може спричинити десятивідсоткове зниження надоїв молока.

Інші вимоги: важливо сформувати зелений пояс навколо тваринницьких будівель – це найприродніший з усіх захисних заходів, заснованих на фундаментальних принципах органічного землеробства; зелений пояс навколо тваринницького об'єкта, тобто смуга дерев і кущів завширшки 15 – 20 м, захищає ферму від вітрів; дерева і кущі садять на відстані 20 м від приміщень ферми; дерева відіграють екологічну роль, зменшуючи розповсюдження від ферми в довкілля шкідливих газів, мікроорганізмів, неприємного запаху, шуму, пилу; деякі види дерев і кущів мають бактерицидну властивість, що зменшує забруднення повітря довкілля викидами з ферм; рекомендують такі дерева: явір, ясен, в'яз, липа, дуб, сосна, вільха; кущі: глід, бузина, бузок.

Висновки. Під час створення сучасно обладнаних сімейних молочних ферм для фермерських і приватних домогосподарств доцільно враховувати нормативні вимоги Європейського Союзу.

Література

1. Смоляр В. Концептуальні аспекти створення високоефективних молочних ферм / В. Смоляр // Техніка і технології АПК. – 2017. – № 2. – С. 37-39.
2. Смоляр В. Техніко-технологічні новинки на виставці «Euro Tier 2012» / В. Смоляр, В. Ясенцький // Техніка і технології АПК. – 2013. – № 2. – С. 45-47.
3. Смоляр В. Скотарство на виставці «Euro Tier 2010» : погляд з України / В. Смоляр // Техніка і технології АПК. – 2011. – № 2. – С. 42-46.
4. Луценко М. М. Перспективні технології виробництва молока / М. М. Луценко, В. В. Іванишин, В. І. Смоляр. – Монографія. – К.: Видавничий центр «Академія», 2006. – 192 с.
5. Директива Ради ЄС 98/58 від 20 липня 1998 року про захист тварин, що утримуються на фермах.
6. Systemy utrzymania bydła. Poradnik / Praca zbiorowa. Warszawa: Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa; Dunskie Sluzby Doradztwa Rolniczego; 2004. – 172 s.

Аннотация.

Изложены нормативные требования Европейского Союза к созданию малых молочных ферм семейного типа. Для разработки технических и технологических решений семейных молочных ферм подробно проработаны нормативные требования Европейского Союза по следующим направлениям: строительное решение; содержание молочного скота; кормление животных; поение животных; доение коров и охлаждение молока; уборка навоза; микроклимат в животноводческом здании; зооветеринарное обслуживание животных; другие требования. При создании современно устроенных семейных молочных ферм для личных крестьянских хозяйств целесообразно учитывать нормативные требования Европейского Союза.

Summary.

The normative requirements of the European Union for creating small family dairy farms are set out. To develop technical and technological solutions for family dairy farms, the regulatory requirements of the European Union have been elaborated in the following areas: a building solution; Maintenance of dairy cattle; Feeding of animals; Animal eating; Milking cows and cooling milk; Manure cleaning; Microclimate in the cattle-breeding building; Veterinary maintenance of animals; Other requirements. When creating modern family dairy farms for private farms, it is advisable to take into account the regulatory requirements of the European Union.

ХАРАКТЕРИСТИКА СОРБЕНТІВ, ЯКІ ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ У ПТАХІВНИЦТВІ В УМОВАХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ

**О. Кабаченко, аспірантка,
Вінницький національний аграрний університет**

У статті наведено характеристику найбільш розповсюджених сорбентів та застосування їх у птахівництві в умовах техногенного забруднення довкілля.

Накопичення важких металів в організмі людини призводить до цілої низки захворювань, зокрема: свинцева енцефалопатія, свинцева нефропатія, свинцевий астеновегетативний синдром (цефалгія, ішіалгія, гінгівіт, зниження зорової адаптації тощо), ітай-ітай, ураження нирок та кісток.

Щоб знизити надходження в організм птиці важких металів, м'ясо якої є важливим харчовим продуктом, на практиці застосовують ряд сорбентів. На ринку кормових добавок України наявний широкий спектр запропонованих сорбентів: неорганічні, органічні та комбіновані. до яких необхідно віднести: цеоліт, сапоніт, бентоніти, кремній, активоване вугілля.

Однак поряд з цим необхідно відмітити недостатнє вивчення впливу цих сорбентів на накопичення в організмі птиці свинцю та кадмію, а також ефективність їх комплексного застосування.

Ключові слова: сорбенти, важкі метали, накопичення, птиця, цеоліт, сапоніт, кремній.

Постановка проблеми.

Останнім часом тиск шкідливих факторів на стан здоров'я населення помітно зростає. Тому особлива увага приділяється зниженню рівня захворювання населення в техногенних зонах, зокрема в умовах інтенсивного землеробства. Серед безлічі шкідливих хімічних речовин виявлено і важкі метали, високою небезпекою яких є міграційна спроможність в об'єктах довкілля [1].

До важких металів відноситься група хімічних елементів з щільністю 5 г/см³. Деякі важкі метали (мідь, цинк та ін.) вважаються життєво необхідними елементами в життєдіяльності рослин і тварин, але це лише в тому випадку, коли вони входять до складу води, кормів, повітря у певних концентраціях.

Застосування пестицидів та мінеральних добрив у підвищених дозах для вирощування продукції рослинництва спричиняє потрапляння залишкових концентрацій токсичних речовин у корм тваринам і, врешті решт, у харчові продукти. Відсутність практики моніторингу важких металів – свинцю,

кадмію, миш'яку та ртуті – в аналізах поверхневих шарів ґрунту також призводить до потрапляння згаданих речовин в організм тварин і птиці з кормами [2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Сьогодні покращення споживання, підвищення ефективності використання кормів, ефективне зниження вмісту важких металів забезпечується високим рівнем використання різних видів сорбентів [3].

На ринку кормових добавок України наявний широкий спектр запропонованих сорбентів: неорганічні, органічні та комбіновані. Як зв'язувальні матеріали використовують активоване вугілля, цеоліти, деякі глини (бентоніт, сапоніт, каолін), гідратний натрій, кальцій алюмосилікати і т.д.

Науковими дослідженнями застосування різних кормових добавок у раціонах сільськогосподарських тварин і птиці займається чимало науковців. Серед них слід назвати Л.І. Подобеду, А.А. Поліщука, А.І. Свеженцова, С.В. Цапа та багатьох інших провідних учених і наукових установ.

С.В. Мерзловим виконано комплекс науково-практичних робіт з вивчення фізико-хімічних властивостей вітчизняного мінералу сапоніту.

Дослідження вчених показали, що мінеральна сировина (цеоліти, бентоніти, тощо) використовується в тваринництві, а її додавання до раціону позитивно позначається на здоров'ї та продуктивності тварин.

Мета досліджень – дати характеристику сорбентам (усмоктувальним речовинам), які використовуються у птахівництві для підвищення якості та безпеки виробництва продукції.

Виклад основного матеріалу.

Накопичення важких металів в організмі людини призводить до різних змін у його органах та супроводжується цілою низкою захворювань.

Свинець — небезпечна нейротоксична речовина, яка впливає на центральну та периферійну нервові системи (свинцева енцефалопатія) та нирки (свинцева нефропатія). Дослідники висловлюють все більшу тривогу з приводу збільшення забруднення свинцем довкілля в економічно розвинених країнах і його негативної дії на здоров'я населення. У наш час практично всі харчові продукти, вода й інші об'єкти довкілля забруднені свинцем. Максимальне забруднення атмосферного повітря свинцем характерне для районів, розташованих навколо свинцевоплавильних комбінатів та в безпосередній близькості від доріг з інтенсивним рухом автотранспорту.

Хімічна дія свинцю призводить до зниження розумових здібностей, до порушення пам'яті і психічного розвитку дітей. Доведено, що навіть за низького рівня свинцю в крові він викликає серйозні порушення метаболізму. Доведено, що свинець гальмує утворення активної форми вітаміну D у нирках і тим самим може сприяти збільшенню частоти рахіту серед дітей. Нами показано, що середньодобове навантаження свинцем у центральній зоні України — 165 мкг. Це достатньо високий рівень, якщо врахувати, що

чутливість організму дітей на порядок вища, ніж у дорослих. Після вживання 600 - 700 мкг можуть з'являтися скарги, властиві свинцевому астеновегетативному синдрому (цефалгія, ішіалгія, гінгівіт, зниження зорової адаптації та ін.). Необхідно вживати заходів до того, щоб знизити вміст свинцю в дитячому харчуванні до мінімально можливого рівня (менш як 60 мкг/добу).

Для інтоксикації кадмієм характерним є ураження нирок та кісток. Найвідоміший у світі приклад аліментарної інтоксикації кадмієм — це хвороба "Ітай-ітай" у населення префектури Тояма (Японія), що зв'язано із забрудненням кадмієм річкової води, яку використовували для поливу плантацій рису. Добове споживання кадмію у цьому випадку становило 600—800 мкг (замість 30—50) [4].

Для сорбентів базується на здатності виводити мікотоксини з шлунково-кишкового тракту тварин. Сорбенти повинні швидко зв'язувати і ефективно утримувати мікотоксини за різних рівнів кислотності. Крім мікотоксинів, кормові сорбенти здатні зв'язувати бактеріальні токсини, токсичні продукти метаболізму, продукти гниття, іони важких металів і радіоактивні сполуки. Як ми бачимо, спектр речовин, які сорбуються (усмоктуються), досить різноманітний не лише за походженням, але і за фізико-хімічними властивостями. Негативною якістю сорбентів є низька специфічність, внаслідок якої може відбуватися зв'язування поживних речовин (незамінних жирних кислот, вітамінів, амінокислот) і ветеринарних лікарських препаратів [5].

Сорбція — це поверхневе явище, яке відбувається на розділі двох незмішуваних фаз, наприклад твердої і рідкої, твердої і газоподібної або на розділі двох незмішуваних рідин, таких як вода і олія. Сорбцію можна порівняти з тим, як магніт утримує дрібні металеві деталі або металеву стружку. Розрізняють два види сорбції — адсорбцію і абсорбцію. Адсорбція — це зв'язування речовини, яка сорбується, поверхнею твердих частинок сорбенту, тоді як абсорбція — це поглинання речовини, яка сорбується, всім обсягом сорбенту.

Сапоніт (мильний камінь) — лужний алюмосилікат, який має високі адсорбційні та іонообмінні властивості. В Україні розвідані родовища Ташківське та Варварівське, які знаходяться у Славутському районі Хмельницької області. До складу сапонітів входять такі необхідні тваринному організму елементи, як Залізо, Кальцій, Калій, Сірка, Натрій, Магній, Манган, Бор, Нікель, Мідь, Цинк та ін.

Позитивна дія сапоніту базується на сорбційно-іонообмінних властивостях, транспорті мінеральних та інших речовин, які покращують метаболізм та продуктивність тварин [6].

Використання сапоніту у годівлі сільськогосподарських тварин та птиці призводить до зниження витрат кормів на одиницю продукції, зменшення

вмісту важких металів та токсичних речовин. Сапоніт є нетоксичною речовиною.

Аналогом сапоніту є цеоліти, але перед цеолітом сапоніт має цілий ряд переваг: меншу вартість, містить менше Кремнію, що робить його м'якшим, не має шкідливого впливу на шлунково-кишковий тракт птиці, у своєму складі містить більше важливих речовин для розвитку: Магній, Залізо, Цинк [7].

Також відомою речовиною-сорбентом є активоване вугілля. Водовідштовхувальні неполярні сорбенти називають також гідрофобними від грецьких слів «гідрос» (вода) і «фобос» (страх), тобто гідрофобні сорбенти «бояться» води. Такі сорбенти відмінно адсорбують жири, які також «бояться» води, тобто відносяться до гідрофобних сполук. Тому гідрофобні сорбенти, зокрема, активоване вугілля, дуже добре зв'язують жири і жиророзчинні вітаміни – А, D, Е і К. У цьому криється одна з причин того, чому активоване вугілля не знайшло широкого застосування як кормова добавка в годівлі сільськогосподарських тварин і птиці. Однак, завдяки високій адсорбційній активності вугілля часто використовується в медицині при гострих отруєннях. За таких умов, сорбція вітамінів мало кого турбує, оскільки вугілля зазвичай приймають протягом короткого проміжку часу, за який гіповітаміноз не встигне проявитися.

У випадку з тваринами, яким прийнято включати в корм адсорбенти в невеликих кількостях постійно, незалежно від наявності мікотоксинів, шкода від адсорбції вітамінів може бути більшою, ніж можлива користь від адсорбції невеликої кількості мікотоксинів. Непрямим доказом цього є результати експерименту, проведеного на кафедрі птахівництва і наук про годівлю Корнельського Університету (США, Нью-Йорк). Дослідники вивчали вплив поверхнево-активних речовин (далі - ПАР) на всмоктування Т-2 токсину та вітаміну Е. ПАР діють протилежно адсорбентам. Вони не знижують, а навпаки, підвищують розчинність нерозчинних і гідрофобних речовин у воді. За таких умов, підвищується біодоступність для організму як мікотоксинів, так і вітаміну Е. Вчених зацікавило, що виявиться сильнішим – шкода від мікотоксинів чи користь від вітамінів? Експеримент показав, що підвищення біодоступності вітаміну Е зробило більш відчутний вплив на організм, ніж Т-2 токсин, оскільки показники здоров'я і продуктивності тварин були кращими із застосуванням ПАР, ніж у контрольній групі. Тому можна припустити, що внаслідок використання сорбентів, які зв'язують як мікотоксини, так і вітаміни, шкоду від нестачі вітамінів буде більш помітно, ніж користь від сорбції мікотоксинів.

Досить відомою всмоктувальною речовиною є бентоніти (колоїдні глини). Черкаське родовище бентонітових і палигорськітових глин знаходиться на території Звенигородського та Жашківського районів Черкаської області. Запаси глин продуктивної товщі було оцінено в 22000 млн. т, а її потужність у 0,5 – 43 м. Бентоніти – корисні копалини, які є тонко

дисперсними високо пластичними гірськими породами смектинового складу (в основному монтморилоніт та байделіт), яким у різній ступені властиві зв'язувальні та сорбційні властивості. Звичайно це густі, в'язкі, масні на дотик породи різних кольорів – від білого до чорного; з водою утворюють гель. Бентоніт – порода, яка складається в основному зі смектитових мінералів. У групу смектитів входить кілька мінералів: монтморилоніт, байделіт, нонтроніт і інші менш розповсюджені. Але вони використовуються для поглинання газів і рідин під час гострих інфекцій у тварин, для виведення важких металів бентоніти не є ефективними [8, 9].

Цеоліти теж часто застосовують як сорбенти. Цеоліт - це гідратовані алюмосилікати лужних елементів. Цеоліти бувають природні і штучні, мають селективні, адсорбційні та іонообмінні властивості, знаходять застосування в багатьох галузях господарства: в промисловості, сільському господарстві та екології. По всьому світу є дуже багато родовищ цеолітів. Самі по собі родовища невеликі. Сокирницьке родовище природних цеолітів (Закарпаття) є одним із найбільших в світі. Внаслідок детальної розвідки на площі 161 га розвідані і затверджені балансові запаси в кількості 126,1 млн. т [10].

Кремній. Завдяки своїм хімічним властивостям, кремній створює електрично заряджені колоїдні системи. Вони мають властивість приклеювати на себе віруси, хвороботворні мікроорганізми, невластиві тварині, і виводити їх з організму. Водночас, нормальна мікрофлора, наприклад, такі типові мешканці кишечника як молочнокисла паличка і кишкова паличка, які не мають властивості злипатися з колоїдними системами кремнію, залишаються в кишечнику. Вибіркова «склеювальна» здатність колоїдних систем кремнію виявляється унікальною: шкідливі мікроорганізми приклеюються до систем кремнію і виводяться з організму, а потрібні організму - залишаються.

Висновки.

Сучасні екологічні умови характеризуються щодалі зростим забрудненням важкими металами, які переважно через продукти харчування надходять у живий організм та викликають цілий ряд захворювань, зокрема: свинцеву енцефалопатію, свинцеву нефропатію, свинцевий астеновегетативний синдром (цефалгія, ішіалгія, гінгівіт, зниження зорової адаптації та ін.), ітай-ітай, ураження нирок та кісток.

Щоб знизити надходження в організм птиці важких металів, м'ясо якої є важливим харчовим продуктом, на практиці застосовують ряд сорбентів, до яких необхідно віднести: цеоліт, сапоніт, бентоніти, кремній, активоване вугілля. Однак поряд з цим необхідно відмітити недостатнє вивчення впливу цих сорбентів на накопичення в організмі птиці свинцю та кадмію, а також ефективність їх комплексного застосування.

Література

1. Міністерство екології та природних ресурсів України. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2011 році / Міністерство екології та природних ресурсів України. Київ: ТОВ «Центр», 2012. – 253 с.
2. Гарсия Г. Использование природных цеолитов в кормлении крупного рогатого скота / Г. Гарсия, А. Элиас, М. Вале // Применение природных цеолитов в животноводстве и растениеводстве. – Тбилиси: Мецниереба, 1984. – С. 31. 79.
3. Запольський А. К. Основи екології. Підручник / А.К Запольський, А.І. Салюк. – К.: Вища школа, 2010. – 399 с.
4. Мальований М. С. Природні сорбенти України та перспективи їх застосування у природоохоронних технологіях / М. С. Мальований, Г. В. Сакалова, В. Я. Бунько, Н. Ю. Черномаз // Розвиток прикладної екології на Буковині: матеріали ювілейної конф. – Ч.-Х.: НТУ «ХП», 2012. – С.147–152.
5. Цицишвили Г.В. Природные цеолиты / Г.В. Цицишвили, Т.Г. Андроникашвили, Г.Н. Киров, Л.Д. Филизова. – М.: Химия, 1985. – 224 с. 82.
6. Соболев Н.В. Физико-химические и медико-биологические свойства природных цеолитов / Соболев Н.В., Белицкий И.А., Панин Л.Е. и др. – Новосибирск: Изд-во АН СССР, Сиб. отд., 1990. – 286 с.
7. Дослідження здатності глинистих сорбентів до адсорбції іонів важких металів / М. С. Мальований, Г. В. Сакалова, Т. М. Василінич, А. О. Братушак // Сталій розвиток XXI століття: управління, технології, моделі – Дискусії 2016: колективна монографія / за наук. ред. проф. Хлобистова Є. В. – Черкаси: видавець Чабаненко Ю., 2016. – 590 с; С. 575–585.
8. Співак В.В. Адсорбція йонів важких металів природними та модифікованими бентонітами / В.В. Співак, І.М. Астрелін // Вісник НТУ «ХП». Тематичний випуск «Хімія, хімічна технологія і екологія» – Харків. – 2010. – Вип.11. – С. 117-127.
9. Грицик В.Е. Новые бентонитовые (сапонитовые) провинции Украины и перспективы их освоения. Месторождения природных адсорбентов и перспективы их использования в народном хозяйстве Украины / Грицик В.Е. : Тезисы докладов республиканского науч.технического совещания, г. Берегово. – Вып. Киев: 1987. – С. 38–41.
10. F.A. Mumpton. Development of uses for natural zeolites: a critical commentary // Occurrence, properties and utilization of natural zeolites. /Edited by D. Kallo, H.S. Sherry – Budapest. – 1988. – P. 333–366.

Аннотация.

В статье приведена характеристика наиболее распространенных сорбирующих веществ и применение их в птицеводстве в условиях техногенного загрязнения окружающей среды.

Накопление тяжелых металлов в организме человека приводит к ряду заболеваний, таких как: свинцовая энцефалопатия, свинцовая нефропатия, свинцовый астеновегетативный синдром (цефалгия, ишиалгия, гингивит, снижение зрительной адаптации и др.), болезнь итай-итай, поражение почек и костей.

С целью снижения поступления в организм птицы тяжелых металлов, мясо которой является важным пищевым продуктом, на практике применяют ряд сорбентов. На рынке кормовых добавок Украины существует широкий спектр предлагаемых сорбентов: неорганические, органические и комбинированные. к которым необходимо отнести: цеолит, сапонит, бентониты, кремний, активированный уголь.

Однако наряду с этим необходимо отметить недостаточное изучение влияния этих сорбентов на накопление в организме птицы свинца и кадмия, а также эффективность их комплексного применения.

Summary.

The article presents a description of the most common sorbent materials and their use in poultry in terms of man-made pollution.

Accumulation of heavy metals in the body leading to a number of diseases, including: lead encephalopathy, lead nephropathy, lead asthenovegetative syndrome (tsefalhiya, sciatica, gingivitis, decreased visual adaptation, etc.) Itai-Itai disease, kidney damage and bone.

In order to reduce the intake of heavy metals poultry meat which is an important food product, in practice using several sorbents. On the market of feed additives Ukraine offered a wide variety of sorbents: inorganic, organic and composite. which must include: zeolite, saponite, bentonite, silica, activated carbon.

However, along with this it should be noted insufficient study of the impact of these sorbents for the accumulation of lead and cadmium poultry and efficiency of their complex applications.

Енергозбереження та альтернативна енергетика

АНАЛІЗ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТУ СТОСОВНО ПРОЦЕСУ УПРАВЛІННЯ ЙОГО СТАНОМ З МІНІМАЛЬНИМИ ВИТРАТАМИ РЕСУРСІВ

В. Ветохін, *д-р техн. наук,*

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського",

А. Алтибасв *д-р техн. наук,*

Казахський науково-дослідний інститут механізації та електрифікації сільського господарства

У статті аналізуються сучасні уявлення відносно властивостей ґрунту. Наводиться запропонована система властивостей, параметрів стану і факторів управління станом ґрунту. Властивості представлені як характеристика здатності системи забезпечувати процес та певним чином реагувати на зовнішній або внутрішній вплив. Зміна системи проявляється в кількісній зміні параметрів стану. Відзначається, що дію ґрунтообробного знаряддя необхідно оцінювати за показниками енерго-масообміну у товщі ґрунту, а функція ґрунтообробного знаряддя має бути зведена до управління природними потоками енергії і речовин у системі «ґрунт-рослина-навколишнє середовище».

Ключові слова: *система, властивості ґрунту, кількісні показники стану ґрунту, управління станом, врожайність.*

Постановка проблеми. Зниження витрат енергетичних та інших ресурсів – актуальне завдання в аграрному виробництві. Ефективність передачі енергії за допомогою робочого органу та обсяг корисної роботи визначаються ступенем відповідності робочого органу властивостям оброблюваного матеріалу. Іншими словами, один із шляхів ресурсозбереження, це проектування технологічного процесу і ґрунтообробного знаряддя на базі властивостей ґрунту.

Однак як показало вивчення питання, знання про властивості ґрунту представлені в несистематизованому вигляді і не завжди дають достатньо підстав для проектування знарядь та процесів.

Огляд стану питання. До фізичних властивостей ґрунту академік В.П. Горячкин відносив питому вагу, вологемкість, зв'язність, опір деформацій, коефіцієнт тертя [1, с. 208]. Особливу увагу В.П. Горячкин звернув на здатність ґрунту деформуватися крихковидно, в'язко і пластично за різного об'ємного навантаження [2, с. 542]. Ця особливість властивостей ґрунту була використана в розвитку теорії клина, зокрема, в обґрунтуванні

механізму перетворення деформації локального стиснення клином ґрунту в деформацію розтягування пласта [3].

Н.А. Качинський детально вивчив властивості ґрунту і зміни характеристик стану ґрунту під час його обробітку, проте, не ставив завдання зв'язати властивості ґрунту з проектуванням ґрунтообробного знаряддя. Властивості ґрунту Н.А. Качинський поділив на: родючість – основна властивість ґрунту, яка залежить від ряду інших властивостей; поглинальну здатність; хімічну реакцію ґрунту (кислотність, лужність); пористість або шпаруватість; вологопропускну здатність і вологоємність; вологоутримувальну та водопідйомну здатності; випаровувальну здатність; повітряний і тепловий режими; структуру ґрунту [4].

Г.М. Синеоков і І.М. Панов розрізняли фізичні і технологічні властивості ґрунту [5]. До фізичних властивостей віднесені: механічний склад, шпаруватість, пороги вологості, значення коефіцієнтів зовнішнього і внутрішнього тертя та опір зрушенню. До технологічних властивостей зараховані: абразивність, кам'янистість, питомий опір ґрунту під час обробки і липкість.

Колектив авторів – співробітників кафедри ґрунтознавства МДУ [6], виділяє такі властивості ґрунту: родючість, теплові властивості, фізико-механічні властивості. До теплових властивостей віднесена здатність ґрунту поглинати і переміщувати у своїй товщі теплову енергію. До фізико-механічних властивостей ґрунту віднесені деформаційні, міцності і реологічні властивості. Особливо відзначені фізико-механічні властивості ґрунту як високодисперсного середовища - набухання, усадка й адгезивність. Така класифікація за змістом найбільш відображає сучасне розуміння властивостей ґрунту, однак вимагає уточнення стосовно інженерного аспекту проблеми.

Основний недолік існуючих уявлень полягає в тому, що властивості ґрунту не розглядаються з точки зору процесу управління його станом раціонально і з мінімальними витратами ресурсів на отримання врожаю. Відомі описи і класифікації властивостей ґрунту також мають деяку понятійну невпорядкованість в сенсі віднесення до категорії властивостей як якісних, так і кількісних характеристик.

Мета статті – виконати аналіз системних властивостей ґрунту та процесів зміни його стану з точки зору пошуку шляхів економії витрат.

Виклад основного матеріалу дослідження. Властивість, у нашому розумінні, це характеристика здатності системи певним чином реагувати на зовнішній або внутрішній вплив. Зміна системи проявляється у зміні значень параметрів стану.

У запропонованій класифікації [7] (див. рис. 1) властивості ґрунту і відповідні їм параметри стану розташовуються ієрархічно. А саме:

- базові фізико-механічні, фізико-хімічні, біологічні та інші властивості;
- властивість утворювати структуру і розуцільнюватися;

- обмінні властивості (кількісно характеризуються потужністю енерго- і масообміну);

- властивість родючості (характеризуються врожайністю).

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

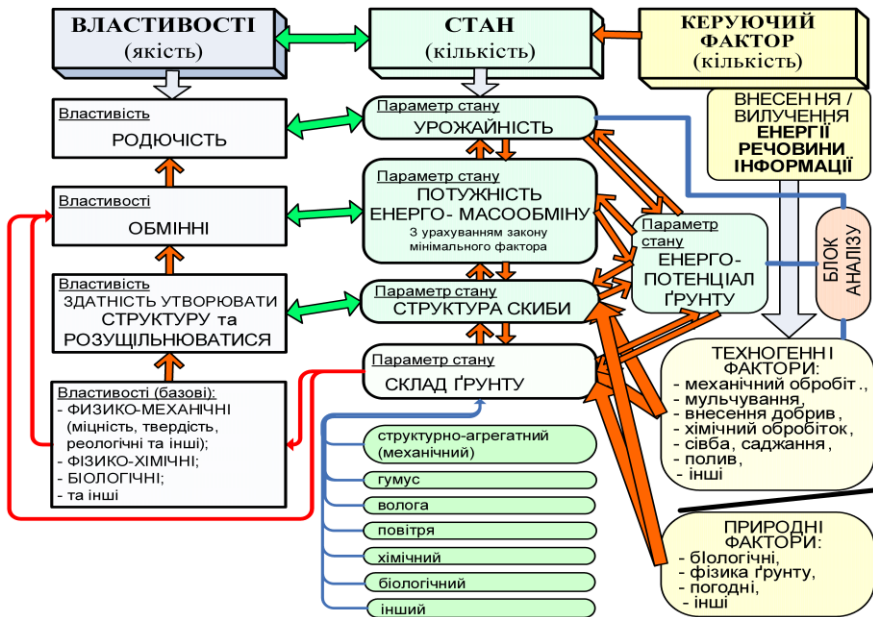


Рисунок 1 – Система властивостей, параметрів стану і факторів управління станом ґрунту

Охарактеризуємо властивості ґрунту в системі.

Кінцеве завдання землеробства – отримання врожаю. Це можливо завдяки особливій властивості ґрунту – родючості. Властивість ґрунту «родючість» визначається як здатність формувати врожай. Ця властивість кількісно характеризується врожайністю або у фізичній термінології – продуктивністю в одиницях маси [т, кг] або енергії [КВт] з одиниці площі поля [га, м²] за одиницю часу, тобто показником з розмірністю [т га⁻¹ рік⁻¹] або [КВт м⁻² с⁻¹].

Ґрунт має обмінні властивості – здатність забезпечити на певному рівні прийом, накопичення й обмін речовин, енергії та інформації. Ця властивість кількісно характеризується потужністю потоків енергії або речовини з розмірністю $[\text{Вт м}^{-2} \text{с}^{-1}]$, і описується відповідними законами збереження. Процес вегетації рослини – це результат обмінних процесів.

З теорії енерго-масопереносу відомо, що потужність обміну пропорційна площі обміну і різниці потенціалів. Чисельне значення обмінної поверхні ґрунту безпосередньо залежить від його структури. Здатність утворювати або відновлювати певну стійку структуру після порушення – це особлива властивість ґрунту, яку можна назвати структуротвірною здатністю. Склад, розмір, взаємне розташування, зокрема щільність складання ґрунтових частинок і внутрішньо-ґрунтових включень – це характеристика структури ґрунту. Важливо, що в ґрунті, як в особливому середовищі з біологічної складової, структуротвірну дію також виконують бактерії та гумус.

Здатність ущільнюватися/розущільнюватися – це властивість періодично змінювати щільність складання під дією внутрішніх та/або зовнішніх чинників.

Обробіток ґрунту ґрунтообробними знаряддями відбувається завдяки наявності у ґрунту властивості «здатність структуруватися та розущільнюватися» і, як правило, зводиться до внесення в природний баланс додаткової енергії і речовини. Механічний обробіток ґрунту не впливає на властивості ґрунту, а змінює кількісне значення параметрів стану ґрунту, зокрема змінює структуру товщі ґрунту.

Надання ґрунту певної структури слід розглядати також як внесення інформації в систему [8].

Причинно-наслідковий зв'язок процесів управління станом ґрунту, відповідно до «Системи властивостей», можливо викласти так. Розпушування і розущільнення ґрунту – це процес створення обмінної структури, збільшення площі активної поверхні агрегатів, аерація ґрунту. Зі свого боку, зміна цих показників впливає на кількісну характеристику обмінних властивостей ґрунту, а саме потужність енерго-масообміну. Зміна обмінних характеристик і собі впливає на кількість врожаю (кількісну характеристику родючості ґрунту).

Наведемо запис одного з ланцюжків перетворення (переходу) енергії від робочого органу до ґрунту, а саме кришення пласта і утворення нових обмінних поверхонь у пласті ґрунту, (використовуючи для характеристики розмірності параметрів LT систему фізичних величин Бартіні [9]) (табл. 1). Дія ґрунтообробного агрегата, робота кришення і зміна енергії врожаю при цьому вимірюються у величинах однієї розмірності – в потужності за період часу, або у фізичній роботі $[L^5 T^{-4}]$.

За своєю суттю, будь-які операції механічного обробітку ґрунту – розпушення, ущільнення, коткування, щілювання, внесення меліорантів,

обертання скиби тощо – є операції управління та зміни обмінних характеристик ґрунту. Ті ж наслідки має дія природних факторів. Отже, основний спосіб економії ресурсів під час обробітку ґрунту є зміна співвідношення техногенних і природних факторів управління станом ґрунту і раціональне структурування ґрунту. Цьому відповідає, зокрема, тенденція розвитку технологій у землеробстві з мінімізацією механічного впливу на ґрунт.

Таблиця 1 – Характеристика розмірності параметрів ЛТ за системою фізичних величин Бартіні

<u>КЕРІВНИЙ ФАКТОР</u> (техногенний / природний)	<u>→СТРУКТУРА</u> <u>ТОВЩІ ҐРУНТУ</u>	<u>→ ПОТУЖНІСТЬ</u> <u>ЕНЕРГООБМІНУ</u>	<u>→ УРОЖАЙНІСТЬ</u>
Робота, зокрема ґрунтообробного агрегата $A_T [L^5 T^{-4}] + A_{П} [L^5 T^{-4}]$	Робота з кришення ґрунту $\rightarrow P_{пр} [L^4 T^{-4} L^{-2}]$ $\Delta S [L^2] \Delta L [L]$	Потужності енергообміну на рік $\rightarrow \Delta N [L^4 T^{-5}] T [T^1]$	Енергія врожаю (приріст) $\rightarrow \Delta W [L^5 T^{-4}]$
$A_T [L^5 T^{-4}]$ и $A_{П} [L^5 T^{-4}]$ - відповідно робота техногенних і природних сил; $P_{пр} [L^4 T^{-4} L^{-2}]$ - межа міцності ґрунту; $\Delta S [L^2]$ - приріст площі вільної поверхні частинок ґрунту; $\Delta L [L]$ - відстань (протяжність простору); $\Delta N [L^5 T^{-5}]$ - потужність енергообміну; $T [T^1]$ - протяжність часу; $\Delta W [L^5 T^{-4}]$ - приріст енергії врожаю.			

Підтвердженням адекватності запропонованої "Системи властивостей", може також служити спосіб двофазного розпушення ґрунту, розроблений на базі багаторічних агрономічних досліджень А.М. Малієнко [10]. Зміна структури ґрунту а, отже, обмінних характеристик, через механічний обробіток, здійснюється після сівби і проростання насіння культурних рослин у певній фазі їх вегетації. Зміна обмінних характеристик товщі ґрунту проявляється по різному у розвитку культурних рослин та бур'янів, а також у збільшенні накопичення вологи у ґрунті впродовж усього періоду вегетації. Ступінь кришення ґрунту при цьому не має визначального значення. За багаторічними даними, такий технологічний прийом значно підвищує врожайність культур.

У подальших дослідженнях необхідно встановити зв'язок між компонентом «інформація»

Висновки. Оцінку дії ґрунтообробного знаряддя необхідно проводити не стільки за показниками ступеня кришення ґрунту, скільки за показниками енерго-масообміну, як показниками, які безпосередньо визначають врожай.

У майбутньому, роль ґрунтообробного знаряддя може бути зведена до засобу управління природними потоками енергії і речовин у системі «ґрунт-рослина-навколишнє середовище». Необхідна побудова моделей післядії керівних факторів з урахуванням імовірнісного характеру подій.

Література

1. Горячкин В. П. Теория плуга. Основания для систематического расчета плугов / В. П. Горячкин // Собр. соч.: В 3 т. - М.: Колос, 1965, – Т.2, - С.104-317.
2. Горячкин В. П. Теория разрушения материалов / В. П. Горячкин // Собр. соч.: В 3 т. - М.: Колос, 1965, – Т.1, - С.525-546.
3. Ветохин В. И. Системные и физико-механические основы проектирования рыхлителей почвы: Дис. д-ра техн. наук: / В. И. Ветохин // НТУУ «Киевский политехнический институт», ОАО «ВИСХОМ». – К.-М.: КПИ –ВИСХОМ, 2010. – 284 с.
4. Качинский Н. А. Физика почвы / Н. А. Качинский // В 2 Ч., - М.: Высшая школа, 1965.– Ч.1.– 324 с.; 1970.– Ч.2.– 358 с.
5. Синеоков Г. Н. Теория и расчет почвообрабатывающих машин / Г. Н. Синеоков, И. М. Панов. – М.: Машиностроение, 1977. – 328 с.
6. Почвоведение: Учеб. для ун-тов. В 2 ч. / Под ред. В. А. Ковды, Б. Г. Розанова.– Ч. 1. Почва и почвообразование // Г. Д. Белицина, В. Д. Васильевская, Л. А. Гришина и др. - М.: Высшая школа, 1988. - 400 с.
7. Ветохин В. И. Систематизация свойств почвы как элемент теории проектирования почвообрабатывающих орудий и технологий / В. И. Ветохин // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: Зб. наукових праць. – Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, 2009, - Вип. 13(27), Кн.2, - С. 30-38.
8. Алтыбаев А. Н. К вопросу информатизации процессов энергообеспечения сельского хозяйства / А. Н. Алтыбаев // Энергия будущего: инновационные сценарии и методы их реализации: материалы Всемирного Конгресса инженеров и ученых (19-20 июня 2017, Астана, Казахстан) - Т. 2, Алматы, 2017, - С.149-151.
9. Бартини Р. О. О множественности геометрий и множественности физик / Р. О. Бартини, Кузнецов П. Г. // Проблемы и особенности современной научной методологии. – Свердловск: АН СССР, Уральский научный центр, 1979, - С.54-65.
10. Спосіб обробітку ґрунту при вирощуванні просапних культур. Патент на винахід 10986 Україна, МКИ А 01 В 79/02. / А. М. Малієнко, В. І. Ветохін, І. М.Голодний. - № 93010061; заявл. 11.12.92; опубл. 25.12.96, Бюл. №4.

Аннотация.

В статье анализируются современные представления относительно свойств почвы. Приводится предложенная система свойств, параметров состояния и факторов управления состоянием почвы. Свойства представлены как характеристика способности системы обеспечивать процесс в системе и определенным образом реагировать на внешнее или

внутреннее воздействие. Изменение системы проявляется в количественном изменении параметров состояния. Отмечается, что действия почвообрабатывающего орудия необходимо оценивать по показателям энерго-массообмена в пласте. Роль почвообрабатывающего орудия должна заключаться в управлении природными потоками энергии и веществ в системе «почва-растение-окружающая среда».

Summary.

The article analyzes modern concepts of soil properties. The offered system of properties, parameters of a condition and factors of management of a condition of ground is resulted. Properties are presented as a characteristic of the system's ability to provide a process in the system and to react in a certain way to external or internal impacts. Changing the system manifests itself in quantitative changes in the parameters of the state. It is noted that the action of the tillage tool must be evaluated by the indicators of energy-mass transfer in the soil layer. The role of the tillage tool should be to manage the natural energy and substance fluxes in the "soil-plant-environment" system.

УДК 621.928.93

СТАНДАРТИЗАЦІЯ ТВЕРДОГО БІОПАЛИВА

О. Єсіпов, канд. техн. наук, доц.,

І. Колеснік,

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

С. Дворник,

ТОВ «Компанія Біопром Харків»

Одним з поширених активно використовуваних поновлюваних видів енергоресурсів є деревні паливні гранули (пелети). Щорічне споживання паливних гранул набагато перевищує власні виробничі потужності країн ЄС. Падіння цін на первинні енергоресурси, зниження курсу національної валюти, збільшення споживання біопалива і залучення в енергосистеми нових видів біопалива (біоетанол, біодизель, біогаз), колосальні обсяги неосвоєних природних ресурсів відкривають для компаній, які виробляють біопалива, і для біоенергетики України загалом, можливості успішно розвиватися як всередині країни, так і за кордоном. До всього іншого з року в рік вартість біопалива змінюється незначно, тоді як природний газ, бензин і дизельне паливо для кінцевого споживача дорожчають.

Ключові слова: *паливо, енергозбереження, пелета, гранули, стандарт.*

Вступ. Деревина – це продукт біологічного походження. Вона представляє собою складний комплекс як в анатомічному, так і в хімічному відношенні. Приблизно 70% органічних речовин деревини складають карбід, близько 30% - це речовини ароматичної природи, які називаються лігніном. Невелику частину деревини складають екстрактивні речовини [1].

Крім того, мінеральні речовини, що складають близько 0,2-1,2% [2], входять також у складі дерев. Від спалювання деревини утворюється твердий негорючий останок - зола. Вміст золи залежить від породи деревини, від умов зростання дерева, його віку, часу року тощо.

Аналіз останніх досягнень і публікацій. Хімічний склад деревних порід істотно коливається. Загалом можна відзначити, що переважно у хвойних порід Північно-Західного регіону України, таких як ялина та сосна, містяться більше лігніну (27-28%) і менше гемицелюлози (20-25%), ніж у листяних (відповідно 18-22% і 25-40%). При цьому хвойні породи містять більше гексозанів (13-18%) і менше пентозанів (8-12%), ніж листяні (відповідно 2-5% і 20-30%) [1].

Кора щойно зрубаного дерева складає приблизно 13% від обсягу стовбура без крони. Однак за час доставки деревини від місця рубки до

деревопереробного підприємства її обсяг може скоротитися до 9-10% [3]. За своїм хімічним складом кора є унікальною відновлюваною сировиною. До її складу входять целюлоза (16-23%), пентозани (7-15%), гексозани (6-16%), поліуроніди (8-10%), лігнін (27-33%), екстрактивні речовини (14-30%) зольність кори більша від стовбурної деревини і складає 1,0-2,4% на суху масу [2].

До біопалива відноситься: деревина і відходи її обробки та переробки (тирса, стружка, пил деревини, тріски, кора, гілки, некондиційна деревина, деревні гранули, пелети та брикети); відходи сільськогосподарського виробництва (лушпиння соняшника, солома, лушпиння рису, проса тощо); спеціальні плантації "енергетичного" лісу та куштів; рідке і газоподібне паливо, яке отримується з біомаси.

Мета дослідження. Обґрунтувати необхідності сертифікації палива біологічного походження, яке виробляється підприємствами України.

Виклад основного матеріалу дослідження. Традиційно паливо з усіх видів біомаси використовується в місцях його виготовлення. Однак останнім часом це положення починає змінюватися через широке використання деревного палива на теплових електростанціях і промислових котельнях, особливо в країнах Північної Європи. Значно зросла міжнародна торгівля біопаливом, таким як тріски, відходи деревообробки і поліпшене деревне паливо (пелети і брикети), оскільки це дозволяє в більшості випадків забезпечити вироблення дешевшої теплової та електричної енергії з мінімальним негативним впливом на навколишнє середовище.

Деревні паливні гранули (пелети) – це біологічне паливо, отримане пресуванням сухої розмолотої первинної і вторинної деревини, кори або їх суміші в різних пропорціях. За стандартами різних країн діаметр гранул становить від 6 до 12 мм, а довжина від 5 до 45 мм.

У світі вже сформований ринок твердого біопалива. Аналіз спеціалізованої інформаційно-аналітичної літератури показує, що ціни на нього можуть змінюватися і попит коливатися в незначних діапазонах, але в цілому спостерігається приріст цього енергетичного ресурсу в паливних балансах багатьох країн, зокрема і в Україні. За правильно організованого спалювання біопалива різко знижуються викиди оксидів азоту, летючої золи, а викиди вуглекислого газу вважаються рівними нулю, оскільки в процесі росту рослина поглинула таку ж кількість вуглекислого газу і виробила стільки ж кисню, скільки було потрібно для горіння. Питання про перспективи використання та актуальність вивчення твердого гранульованого палива, відноситься до відновлюваних джерел енергії, яке передбачає заміщення ними деяких викопних палив і розширення впровадження його на промислових котельнях і ТЕС, а також у малих опалювальних установках.

Виробництво, пов'язане з отриманням відходів лісозаготівлі та деревообробки паливних гранул, має величезну цінність для розвитку

економік багатьох країн. Перші підприємства з виробництва пелет з'явилися в Північній Америці ще в 30-х роках ХХ століття, а великого масштабу ця галузь досягла в 70-ті, де нині об'єм виробництва перевищує 2 млн. т пелет в рік. Почали утилізувати деревні відходи за допомогою гранулювання, в подальшому використовуючи отриману продукцію як альтернативне паливо. Основними споживачами деревних гранул у Європі є Швеція, Нідерланди, Австрія, Німеччина та інші країни і кожного року спостерігається стабільний приріст виробництва та споживання цього продукту. В Україні перші підприємства з виробництва паливних гранул з'явилися тільки на початку поточного століття, але поширене будівництво пелетних заводів і нарощування виробничих потужностей за короткий проміжок часу говорить про те, що біоенергетика є важливою сферою для вивчення.

Найкрупнішими імпортерами деревних гранул є Данія та Швеція. За ними з великим відривом ідуть Швейцарія, Бельгія, острів Святої Єлени, Польща, Південна Корея, Нідерланди, Німеччина, Ісландія та Фінляндія.

За оцінками експертів потреба європейських споживачів у промислових пелетах складає 5 млн. тонн. Пов'язано це з тим, що в Європі будується когенераційна і біопаливна ТЕЦ, і кожна вугільна електростанція зобов'язана використовувати біопаливо хоча б на 10-15%.

Відповідно до річного звіту про використання біоенергетики в ЄС [4], у 2012 році споживання деревних гранул склало 14 млн. т. Експерти прогнозують подальший ріст і, якщо вірити аналітичному прогнозу РОУРУ, щорічне споживання пелет в Європі до 2050 року досягне 23,8 млн. т.

Для впровадження біотехнологій в Україні залучається допомога компаній-виробників теплогенерувальних пристроїв і допоміжного обладнання, таких як Hekotek, Polytechnik, Herz, Siemens, Uniconfort S.R.L, Metso Power, Coima, Agro Forst & Energietechnik, Polykraft, EastConsult (Intec Energy Systems) та інших. Однак схеми спалювання і вологість сировини (до 70%) не дають ефективно використовувати з високими техніко-економічними та екологічними показниками теплогенерувальні пристрої провідних виробників. Одним із способів вирішення цієї проблеми є гранулювання та брикетування з попередньою підготовкою деревної сировини. Закордонний ринок представлений широким розмаїттям обладнання та техніки для виготовлення облагородженого палива і використання деревини та її відходів як палива (RPM, California Pellet Mill Co., Amandus Kahl, Rosal Mabrik, Vecoplan, Muench).

Властивості та характеристики біологічного палива в різних країнах визначаються діючими національними та міжнародними стандартами. У деяких випадках ці стандарти принципово суперечливі, а в інших – більш-менш узгоджуються. Протягом тривалого часу в нашій країні були відсутні офіційно затверджені документи, які регламентують термінологію і визначення у галузі твердого біопалива, методик визначення його технічних характеристик і класів.

Європейський комітет Стандартизації (CEN) з 1999 року здійснює проект створення єдиних стандартів для твердого біопалива – CEN (TS 335). Учасниками проекту є низка європейських країн. Результатом цієї роботи стало створення єдиних європейських стандартів для твердого біопалива.

У США діють стандартні правила та стандарти для гранул: PFI (гранули). Цей стандарт визначає виробництво двох сортів: «Преміум» та «Стандарт». «Преміум» повинен містити не більше 1% золи, а «Стандарт» не більше 3%. Сорт «Преміум» може застосовуватися для обігріву будь-яких будинків, на нього припадає близько 95% загального виробництва пелет у США. Прийняті стандарти визначають також щільність, розміри пелет, вологість, вміст пилу та інших речовин.

У Німеччині на пелети поширювався стандарт DIN 51731, в Австрії - ONORM M-7 135, в Італії - STI-R 04/5, у Великобританії - Британський біогенний Кодекс практики для виробництва біопалива (пелет), у Швейцарії – SN 166000, Швеція – SS 187120 (таблиця 1).

Таблиця 1 – Основні європейські стандарти якості паливних гранул

Стандарт	DIN 51731	ONORM M-7135	DIN plus	SS 187120
Країна	Німеччина	Австрія	Німеччина	Швеція
Діаметр, мм	4-10	4-10	-	менше 25
Довжина, мм	<50	< 5 × d	< 5 × d	< 5 × d
Щільність, кг/дм ³	>1,0-1,4	>1,12	>1,12	-
Вологість, %	< 12	< 10	< 10	< 10
Насипна щільність, кг/м ³	650	650	650	>500
Стираність, %	-	< 2,3	< 2,3	≤ 1,5
Зольність, %	< 1,5	< 0,5	< 0,5	< 1,5
Теплота згоряння, МДж/кг	17,5-19,5	> 18	> 18	> 16,9
Вміст сірки, %	< 0,08	< 0,04	< 0,04	< 0,08
Вміст азоту, %	< 0,3	< 0,3	< 0,3	-
Вміст хлору, %	< 0,03	< 0,02	< 0,02	< 0,03
Миш'як, мг / кг	< 0,8	-	< 0,8	-
Свинець, мг / кг	< 10	-	< 10	-
Кадмій, мг / кг	< 0,5	-	< 0,5	-
Хром, мг / кг	< 8	-	< 8	-
Мідь, мг / кг	< 5	-	< 5	-
Ртуть, мг/кг	< 0,05	-	< 0,05	-
Цинк, мг/кг	< 100	-	< 100	-
Закріплювач, %	-	< 2	< 2	-

У Європі до недавнього часу використовувався німецький стандарт DIN 51731 та австрійський – ONORM M-7135. Однак стандарт DIN 51731 не міг бути взятий за еталон, оскільки такий важливий параметр, як механічна міцність, у ньому не враховується. Через появу на ринку низькосортних

деревних гранул, виготовлених в основному за кордоном, з 2002 року в Німеччині був розроблений новий стандарт DIN plus, який об'єднав переваги німецького та австрійського стандартів. До визначальних параметрах були додані стираність і механічна міцність гранул, а також були встановлені правила і методика їх визначення.

У кінці березня 2010 року набули чинності вимоги нового європейського стандарту на паливні гранули (пелети) на території ФРН і Австрії EN 14961-1 [5]. У ФРН основним координатором системи сертифікації є Deutschen Pelletinstitut (DEPI). Показники якості залежать від призначення установок, які використовують паливні гранули. Існує два переліки показників:

- для приватного сектора (преміум-клас) A1, A2, B;
- для промислового сектора (індустріальні гранули) I1, I2, I3.

У кожному з випадків стандарт EN 14961-1 передбачає підрозділ паливних гранул на 3 категорії якості. Категорії якості A1, A2, I1, I2 відносяться до гранул з деревини, яка не піддавалася хімічній обробці. Поняття хімічна обробка деревини включає використання будь-яких хімічних речовин, за винятком води і повітря. Причому, якщо в складі вихідної сировини, з якої були отримані гранули, була присутня кора, то такі гранули отримують категорію не вище A2. З побічних продуктів деревообробної промисловості, хімічно обробленої і неліквідної деревини можна отримувати гранули категорії B та I3, але вони не повинні містити галогенізовані органічні сполуки і важкі метали.

Нові європейські норми дозволяють продавати гранули, які до останнього часу не відповідали вимогам старих стандартів (особливо за зольністю і вмістом кори в сировині). Тепер ці норми розширені, що дозволить використовувати велику сировинну базу для виробництва таких гранул. Це дуже важливо для країн, які використовують невелику кількість гранул для власних потреб і в основному спалюють їх у великих котельнях і на електростанціях Великобританії, країн Бенілюксу, а також для експортерів гранул в Європу. За стандартом EN-B допускається зольність гранул до 3,0% (за старими нормами до 1,5%).

Тверде паливо по ДСТУ EN 15234-2:2013 [6] класифікується за:

- походженням і джерелами отримання сировини;
- основними торговими формами і властивостями.

Перед проведенням відповідних аналізів для визначення якості біопалива необхідно визначити його походження для встановлення факту, що дія стандарту на цей вид палива поширюється [7]. Область застосування стандарту включає тверде біопаливо такого походження:

- продукція сільського господарства і лісового господарства;
- рослинні відходи сільського господарства і лісового господарства;
- рослинні відходи харчової промисловості;
- деревні відходи, за винятком тих, які можуть містити галогенізовані

органічні сполуки і важкі метали в результаті обробки дерева запобіжними засобами (консервантами) або покриттям (грунтовка, шпаклівка) і які включають зокрема такі деревні відходи як будівельні відходи і будівельний брухт;

- волокнисті (жилаві) рослинні відходи виробництва целюлози з первинної сировини і виробництва паперу з целюлозної маси, якщо ці відходи концентруються в місці виробництва;

- пробкові відходи.

Якість деревних гранул визначають теплотехнічні та технологічні показники. До перших можна віднести породу деревини, їх відносну вологість, зольність на робочу масу, вихід летких на горючу масу і нижчу теплоту згоряння. Технологічними показниками паливних гранул є їхні розміри, вміст крихти, механічна міцність (стиранність) насипна щільність, природний кут скосу. Крім теплотехнічних і технологічних показників EN 14961-1 регламентує елементний склад, наявність присадок, пластифікаторів, закріплювачів, їх процентний вміст, максимально допустиму довжину гранул. Повинні бути вказані кількість і склад добавок. Максимальна кількість добавок повинно бути не більше 20% від маси матеріалу інакше сировину, з якої виготовлено біопаливо, вважають сумішшою.

Висновки. Сертифікація виробництв має дуже важливе значення як для виробників деревних паливних гранул, так і для кінцевих споживачів. Виробникові сертифікат потрібен для отримання гарантій, що його продукт не буде причиною суперечок і судових розглядів. А для кінцевого споживача товар, придбаний у сертифікованого виробника, підкріплений стандартним актом якості, виключає поломки обладнання та скорочує ризики і витрати на проведення додаткових аналізів.

Література

1. Bob Flach, Karin Bendz, Roswitha Krautgartner and Sabine Lieberz. EU Biofuels Annual 2013. The Hague.
2. Ståhl M. Improving Wood Fuel Pellets for Household Use – Perspectives on Quality, Efficiency and Environment. Doctoral Thesis. ISSN 1403-8099. Karlstad: Karlstads universitet, 2008. – 89 p.
3. Пелетний ринок Німеччини [електронний ресурс] / – Режим доступу: <http://www.infobio.ru/analytics/2678.html>.
4. Калетнік Г. М. Біопалива: ефективність їх виробництва та споживання в АПК України / Г. М. Калетнік, В. М. Пришляк. – Вінниця, 2008. – 190 с.
5. EN 14961-1. Solid biofuels – Fuel specification and classes – Part 1: General requirements. European Standards (EN). Deutschen Pelletinstitut (DEPI) and Deutsche Biomasseforschungszentrum (DBFZ), Berlin, 2010. – 9 p.
6. ДСТУ EN 15234-2:2013 Тверде біопаливо. Забезпечення якості.

Частина 2. Пелети деревні для непромислового використання (EN 15234-2:2012, IDT).

7. Єсіпов О. В. Аналіз методології витовлення деревних гранул пресуванням / О. В. Єсіпов, С. О. Поляшенко, М. С. Чорноморець // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Харків: ХНТУСГ, 2017. – Вип. 180 – С. 231-237.

Аннотация

Одним из распространенных активно используемых возобновляемых видов энергоресурсов являются древесные топливные гранулы (пеллеты). Ежегодное потребление топливных гранул намного превышает собственные производственные мощности ЕС. Падение цен на первичные энергоресурсы, снижение курса национальной валюты, увеличение потребления биотоплива и вовлечение в энергосистемы новых видов биотоплива (биоэтанол, биодизель, биогаз), колоссальные объемы неосвоенных природных ресурсов открывают для компаний, производящих биотоплива, и для биоэнергетики в целом, возможности успешно развиваться как внутри страны, так и за рубежом. Ко всему прочему из года в год стоимость биотоплива изменяется незначительно, тогда как природный газ, бензин и дизельное топливо для конечного потребителя дорожают.

Summary

Wood pellets are one of the most popular active types of renewable energy resources. The annual consumption of pellets is much higher than the EU's own production capacity. The drop in prices for primary energy resources, the depreciation of the national currency, the increased consumption of biofuels and the use of new types of biofuels (bioethanol, biodiesel, biogas) in the energy systems, huge amounts of undeveloped resources of resources open up opportunities for companies producing biofuels and for bioenergy in general, Both at home and abroad. In addition, from year to year, the cost of biofuels changes insignificantly, while natural gas, gasoline and diesel fuel for the end consumer become more expensive.

ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ РІПАКА

**В. Погоріла,
О. Тихоненко,
З. Погоріла,**

УкрНДІПВТ ім. Л.Погорілого

У статті досліджено чотири технології вирощування ріпака, які відрізняються різним рівнем технічного та технологічного забезпечення, розраховано енергоємність виробництва насіння ріпака. За значеннями енергетичних показників проведено оцінку рівня екологічності технологій.

Ключові слова: *ріпак озимий, технологія, коефіцієнт енергетичної ефективності.*

Постановка проблеми. Дедалі зростає дефіцит енергії у світі, вимагає енергетичного підходу до оцінки технологій вирощування та переробки продукції рослинництва. Для раціонального використання енергетичних та матеріальних ресурсів необхідна кількісна оцінка та оптимізація потоків енергії в агрокосистемах. Це можливо зробити методом енергетичного аналізу.

Доцільність застосування енергетичного оцінювання технологій полягає в тому, що енергетичні показники дають змогу визначити витрати незалежно від зміни цін у часі, різниці у валютних системах, інфляційних процесів та цінових викривлень пропорцій, а також порівнювати різні продукти і споживчі вартості.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Цією проблемою займалися як українські, так і зарубіжні вчені.

Енергетичним оцінюванням технологічних процесів в рослинництві досить детально займався колектив авторів у складі Никифорова А.Н., Токарева В.А., Борзенкова В.А. та ін. [3]. Вони враховують енергоємність засобів механізації в технологічних процесах за допомогою норм відрахувань на реновацію, капітальний та поточний ремонт а також енергоємність післязбиральних технологічних операцій. Такий підхід дає можливість точніше розрахувати енергоємність техніки. Автори цієї методики наголошують, що критерієм енергетичної оцінки технологій виробництва є коефіцієнт енергетичної ефективності. Він враховує затрати як безпосередньої, так і опосередкованої (уречевленої) енергії на виробництво продукції, а також тієї, яка міститься у вирощеній продукції.

В Україні цією проблемою займаються О.К. Медведовський та П.І. Іваненко [1]. Особливістю їхньої методики є те, що розрахунки перенесення

енергоємності технічних засобів на оброблену площу робляться пропорційно строку служби техніки. Ця методика також враховує енерговитрати на зрошення та на авіацію. Відповідно до цієї методики сукупні енерговитрати в технологічному процесі визначаються як сума безпосередніх енерговитрат (бензин, дизельне паливо і т. ін.), уречевлених (добрива, пестициди, гербіциди, фунгіциди, насіння, техніка і т. ін.) та живої праці. Ця методика має деякі особливості, які відрізняють її від інших. Приміром, відповідно до її положень перенесення сукупної енергії техніки на 1 га посіву проводиться діленням енергоємності техніки разом із запасними деталями на кількість гектарів, які були оброблені цією технікою (агрегатом) з початку її придбання. Проводити розрахунки за такою методикою досить складно, адже далеко не завжди в господарствах добре налагоджений облік виробітку в гектарах кожної одиниці техніки. З огляду на це, автори пропонують більш спрощену методику врахування перенесення енергоємності техніки на оброблену площу. Кожний вид техніки має свої строки служби, які залежать від її конструкції, старіння металу, зношення деталей, вузлів. Для важких тракторів строк служби встановлений 10 років, тобто щороку переноситься 10 % енергоємності на вироблену продукцію (площу); для плугів, сівалок цей строк становить 8 років, а тому щороку переноситься 12, 5 % енергоємності.

Мета досліджень. Визначити енергетичну ефективність виробництва озимого ріпака залежно від рівня технологічного та технічного сировинного забезпечення в різних господарствах.

Виклад основного матеріалу. Розглянемо чотири технології вирощування озимого ріпака в лісостеповій зоні України з використанням різної техніки, витратних матеріалів та, як наслідок, з отриманою різною врожайністю.

Оцінювання технологій проводилося за методикою В.І. Пастухова [2], де було використано енергетичні еквіваленти техніки, насіння, пестицидів, добрив, паливно-мастильних матеріалів.

Застосування технології на базі розпушування в двох господарствах (варіант 1,2) з використанням різної техніки та витратних матеріалів наведено в таблицях 1, 2.

За першою технологією внесення добрив було мінімальним, тому і отримано порівняно невисоку врожайність.

Розрахувавши та проаналізувавши енергетичні затрати на вищенаведені технології, можна сказати, що в розрахунку на 1 гектар було затрачено 21425 МДж енергії (7,1 МДж в розрахунку на 1 кілограм насіння ріпака) за першим варіантом та 21808 МДж (5,2 МДж/кг) за другим варіантом.

У структурі енергетичних затрат вирощування озимого ріпака за консервальною технологією (перший варіант) найбільшу питому вагу займають витратні матеріали (80,9 %), затрати на використання техніки складають 7,3 %, а використання палива – 11,1 %.

Таблиця 1 — Перелік технологічних операцій та комплексів машин вирощування ріпака за технологією на базі розпушування (варіант 1) з урожайністю основної продукції –3,0 т/га, побічної – 9,0 т/га

Назва технологічної операції	Види і норми внесення добрив і засобів захисту	Техніка
Внесення мінеральних добрив	Аміачна селітра 300 кг/га	МТЗ-80 МВД-900
Лущення стерні		ХТЗ-17221 ЛД-14
Глибоке розпушування		ХТЗ-17221 БДВП-4,2
Передпосівна культивация		ХТЗ-17221 АК-4,4
Сівба	Норма висіву 3 кг/га (гібрид)	ХТЗ-17221 М-8000"Містраль"
Внесення пестицидів	Ґрунтовий гербіцид Дуал Голд 1,6 л/га	МТЗ-80 ОП-2000
Внесення мінеральних добрив	Нітроамофоска 150-200 кг/га	МТЗ-80 МВД-900
Обприскування інсектицидами	1. Нурел Д 0,75 л/га Фастак 0,1 л/га	МТЗ-80 ОП-2000
	2. Фастак 0,1 л/га Дана дім 1,0 л/га	
Збирання насіння ріпака		Дон-1500Б з ріпаковим столом

Таблиця 2 — Перелік технологічних операцій та комплексів машин вирощування ріпака за технологією на базі глибокого розпушування (варіант 2) з урожайністю основної продукції – 4,2 т/га, побічної – 12,6 т/га

Назва технологічної операції	Види і норми внесення добрив і засобів захисту	Техніка
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Глибоке розпушування (глибина 20,0 см)		ДД-8200 БДВ-6
Внесення мінеральних добрив	Калімагnezія, 150 кг/га	МТЗ-80 МВД-900
Передпосівна культивация		ХТЗ-16131 АГ-6 "Європак"
Сівба	Норма висіву 6 кг/га	ДД-8200 "Сюлкі"
Прикочування		ХТЗ-16131 КЗК-10
Обприскування пестицидом	1. Комманд 200 г/га 2. Фортеця 0,8 л/га 3. Фортеця 0,6 л/га Стабілан 0,6 л/га Карате Зеон 100 г/га 4. Фортеця 0,5 л/га	МТЗ-80 "Кертіокс"

Продовження таблиці 2

1	2	3
Внесення мінеральних добрив	1. Сульфат амонію 100 кг/га 2. Аміачна селітра 150 кг/га 3. Аміачна селітра 200 кг/га	МТЗ-80 МВД-900
Обробка баковою сумішшю	1. Вуксал Комбі 1 л/га Ф'юрі 100 г/га 2. Альто Супер 0,5 л/га Карате Зеон 100 г/га	МТЗ-80 "Кертіокс"
Збирання насіння ріпака		Дніпро-350 з ріпаковим столом

У другому варіанті частка затрат енергії на витратні матеріали (добрива, насіння, пестициди) – найбільша і складає 77,1 %. Значна частка енергетичних затрат припадає також на використання в технології палива (15,8 %), а техніка в структурі енергетичних затрат цієї технології займає лише 6,3 %.

Перелік технологічних операцій вирощування озимого ріпака за традиційною технологією в двох господарствах з використанням різної техніки та витратних матеріалів наведено в таблицях 3,4.

Таблиця 3 — Перелік технологічних операцій та комплексів машин вирощування ріпака за традиційною технологією (варіант 3) з урожайністю основної продукції – 3,0 т/га, побічної – 9,0 т/га

Назва технологічної операції	Види і норми внесення добрив і засобів захисту	Техніка
Лущення стерні		ХТЗ-17221 БДТ-7
Внесення мінеральних добрив	Нітроамофоска 200 кг/га	МТЗ-80 МРД-4
Оранка		ДД-8200 RS-100 (Квернеланд)
Вирівнювання		ДД-8200 F-600 Farmet
Передпосівна культивування		ДД-8200 F-600 Farmet
Сівба	Норма висіву 5 кг/га (гібрид)	ДД-8200 "МФ"
Прикочування		МТЗ-80 ЗККШ-6
Обприскування: - регулятором росту - сумішшю гербіциду та інсектициду	Фолікул 0,5 л/га Команд 185 г/га Децис Профі 0,8 л/га	МТЗ-82 ОП-2000
Збирання насіння ріпака		ДжонДір STS 9880 з ріпаковим столом

**Таблиця 4 — Перелік технологічних операцій та комплексів машин
вирощування ріпака за традиційною технологією (варіант 4) з урожайністю
основної продукції – 4,7 т/га, побічної – 14,1 т/га**

Назва технологічної операції	Види і норми внесення добрив і засобів захисту	Техніка
Внесення мінеральних добрив	Калімагnezія 120 кг/га	Кейс-270 "Amazone Compact 1000"
Оранка		Кейс-270 «Кун» (5-ти корпусний)
Передпосівна культивування		Кейс-270 «Фармет»
Сівба	Норма висіву 6 кг/га	Кейс-270 "Amazone" (6 м)
Обприскування - гербіцидом - фунгіцидом - сумішшю фунгіцидом і інсектицидом -	1. Пантера 2 л/га 2. Лонтрел 300 г/га 3. Колосаль 0,5-0,8 л/га 4. Коло саль 0,6-0,8 л/га 5. Сумі-Альфа 0,25-0,3 л/га 6. Дерозал 0,6 л/га Тілт 0,3 л/га	MT3-80 ОП-2000 MT3-80 "Кертіокс"
Внесення мінеральних добрив	1. Карбамід 200 кг/га 2. Кальцієва селітра 350 кг/га 3. Аміачна селітра 300 кг/га	MT3-80 МВД-900 MT3-82 "Amazone Compact 1000"
Передзбиральне обприскування склеювачем	Еластик 0,8 л/га	MT3-82 ОП-2000
Збирання насіння ріпака		Клаас Лексіон 480 з ріпаковим столом

Енергетична оцінка традиційних технологій показала, що вирощування ріпака потребує використання енергії 12302 МДж на 1 га (4,1 МДж/кг) в третьому варіанті і 34972 МДж на 1 га, та, відповідно, 7,4 МДж/кг у четвертому варіанті.

У структурі енергетичних затрат вирощування озимого ріпака за традиційною технологією (перший варіант) значну питому вагу займають затрати на паливо (33,9 %) та техніку (9,4 %).

У другому варіанті найбільшу питому вагу займають енергетичні затрати на витратні матеріали (85,4 %). Частка затрат на паливо складає 10,0 %, а на техніку – лише 4,1%. Заробітна плата в структурі енергетичних затрат займає незначну частку (0,5 %).

Загальне порівняння енергозатрат в розрахунку на 1 га та на 1 кг отриманої основної продукції наведено в таблиці 5, а графічне зображення структури енергозатрат – на рисунку 1.

Таблиця 5 — Енергозатрати на вирощування озимого ріпака із застосуванням різних технологій

№ техно- логії	Урожай- ність основної продукції, т/га	Сумарна кількість непоновлюваної енергії (E _н), МДж/га (МДж/кг)	в тому числі, %				Коефіцієнт енергетичної ефективності
			паливо	праця	техніка	добрива, насінина, ЗЗР	
1	3,0	21425 (7,1)	11,1	0,7	7,3	80,9	2,5
2	4,2	21808 (5,2)	15,9	0,7	6,3	77,1	3,5
3	3,0	12322 (4,1)	33,9	1,1	9,4	55,6	4,6
4	4,7	34972 (7,4)	10,0	0,5	4,1	85,4	2,4

З вищенаведеної таблиці видно, що за різними технологіями вирощування озимого ріпака енергозатрати на 1 кг отриманої продукції коливаються в межах від 4,1 до 7,4 МДж.

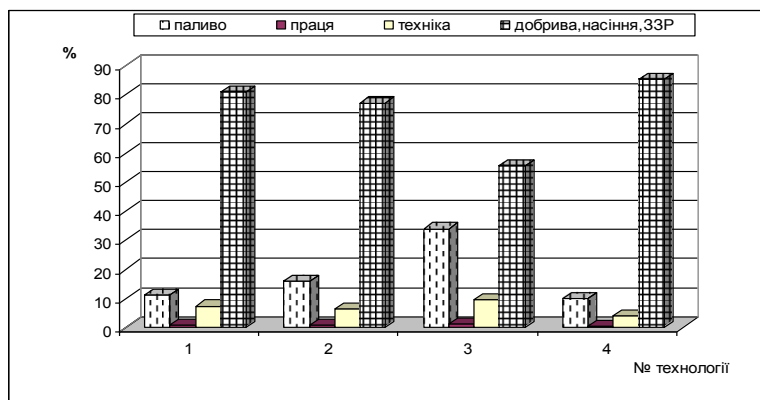


Рисунок 1 — Структура енергозатрат ресурсів в енергетичному еквіваленті вирощування озимого ріпака

Розрахунок енергетичних показників дозволяє оцінити рівень екологічності технологій (табл. 6).

Таблиця 6 — Вихідні дані та розрахунок рівня екологічності технологій

№ техно- логії	Сумарна кількість не поновлюваної енергії, витрачена на 1 га (E _н), МДж/га	Екологічно допустима межа енергонасиченості технології (П _{ен}), МДж/га	Рівень екологічності технології (К _{ек})
1	21425	30000	0,71
2	21808		0,73
3	12302		0,41
4	34952		1,17

З таблиці видно, що традиційна технологія з коефіцієнтом екологічності 1,17 є неприйнятною за рівнем екологічності, що є наслідком насиченості технології великою кількістю пестицидів та мінеральними добривами.

Висновки. Проведення енергетичного оцінювання ефективності технологій вирощування озимого ріпака дозволяє вчасно визначити можливі напрямки втрат енергетичних ресурсів та розробити ефективні заходи з їх усунення.

Висока насиченість технології добривами та пестицидами призводить до значних витрат поновлюваної енергії та, відповідно, зниження належного рівня екологічності.

Отже, енергоємність виробництва є основою для розроблення і впровадження в практику екологобезпечних, енерго- і ресурсоощадних технологій. Отримані результати енергетичної ефективності є одним із важливих критеріїв конкурентоспроможності сільського господарського виробництва.

Література

1. Медведовський О.К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. – К.: Урожай, 1998. – 205 с.
2. Пастухов В.І. Енергетична оцінка механізованих технологій рослинництва. Методи і результати. – Харків: "Ранок-НТ" – 2003. – 100 с.
3. Севернев М.М. Энергосберегающие технологии в сельскохозяйственном производстве. – Мн.: Ураджай, 1994. – 221 с.
4. Тараріко Ю.О. Енергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарських культур. Методичні рекомендації. / Ю.О.Тараріко, О.Є.Несмашна, Л.Д.Глущенко. – К.:Нора – принт, 2001. – 60 с.

Аннотація

В статті досліджено чотири технології вирощування рапса, які відрізняються різним рівнем технічного та технологічного забезпечення, розраховано енергоємність виробництва насіння. Виходячи з значень енергетичних показників, проведена оцінка рівня екологічності технологій.

Summary

In the article four technologies of rapeseed cultivation in different farms, which differ in different levels of technical and technological support, are calculated, energy intensity of seed production is calculated. Based on these energy indicators, an assessment of the level of environmental friendliness of the technologies has been carried out.

УДК 633.584.3:001.8

ВИРОЩУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ВЕРБИ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ

Л. Шкоропад,

В. Думич,

Львівська філія УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого

Розглянуто результати досліджень техніко-технологічних рішень із закладання плантацій, вирощування і збирання енергетичної верби за напівмеханізованою технологією в умовах Західного регіону України. Досліджено динаміку росту і розвитку рослин верби. Проведено розрахунок ефективності вирощування енергетичної верби.

За результатами досліджень встановлено, що в регіональних умовах Західної України за трирічного циклу вирощування врожайність біомаси верби на період збирання може становити до 100 т/га. Термін окупності капіталовкладень становить 2,3 роки.

Ключові слова: дослідження, енергетична верба, техніко-технологічні рішення, динаміка росту і розвитку, ефективність.

Постановка проблеми. Енергетичний сектор України істотно залежить від енергоносіїв інших країн, що негативно впливає на енергозалежність держави. Одним із шляхів зменшення залежності від імпорту енергоресурсів є розвиток біоенергетичних технологій та організації енергопостачання на базі місцевих відновлюваних ресурсів. Перспективним джерелом енергії на сьогодні є рослини, яким властивий високий потенціал енерговіддачі.

Грунтово-кліматичні умови України сприятливі для вирощування травянистих (міскантус, світчграс, сорго тощо) та деревних (верба, тополя, акація) швидкорослих енергетичних рослин. Ці культури по різному реагують на забезпеченість ґрунту вологою та тепловий режим.

Для Західного регіону України, який характеризується помірним кліматом і достатнім, а подекуди і надмірним режимом зволоження перспективними є плантації енергетичної верби, які можуть давати високий вихід біомаси на заболочених і тимчасово підтоплених ґрунтах.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Основним призначенням енергетичної верби є застосування її біомаси для виробництва електричної та теплової енергії. Деревина енергетичної верби має високу теплотворну здатність 17-18 МДж/кг (4,1 кВт·год/кг) та низьку зольність 0,3-1,5 %. [1]. У період збирання біомаси верби отримують тріску вологістю 50-53% з нижньою теплою згоряння 8 МДж/кг або 1900 ккал/кг [2]. Цього достатньо

для використання вербової тріски в сучасних котлах на киплячому шарі, які сьогодні успішно використовуються в європейських країнах.

За даними досліджень визначено, що приріст біомаси верби відбувається нерівномірно. Результати досліджень [3-4] показують що врожайність сухої маси верби, за умови щорічного збирання, становить 14,8 т/га, за дворічного циклу – 32,1 т/га або в середньому 16,05 т/га за рік, а за трирічного – 64,5 т/га або 21,5 т/га в середньому на рік. Зібраний матеріал трирічної верби характеризується вищою щільністю порівняно із насипною масою тріски з однорічних пагонів завдяки меншому вмісту молоді кори і тонких частин рослин.

Проблематика вирощування верби в умовах Західного регіону України висвітлювалася в наукових працях [5-7], у яких розкрито техніко-технологічні рішення закладання енергоплантацій верби та динаміку її росту на початкових етапах вегетації. Проте, в цих джерелах не приділено достатньої уваги питанню формування врожаю біомаси верби за трирічний цикл та ефективності її вирощування в умовах Полісся України.

Мета роботи – визначити ефективність вирощування енергетичної верби в умовах Полісся України.

Виклад основного матеріалу. Протягом 2014-2016 років на дослідних полях Львівської філії УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого проводились дослідження з визначення ефективності вирощування енергетичної верби. Дослідні ділянки характеризувались дерново-підзолистими супіщаними ґрунтами з глибиною гумусового шару 57 см із вмістом елементів живлення: азоту 82,2 мг, фосфору 194,3 мг та калію 66,6 мг на кілограм ґрунту.

У перший рік вирощування верби проводились технологічні операції з підготовки ґрунту, садіння живців та догляду за рослинами.

Технологія підготовки ґрунту складалася з лущення стерні, оранки та передсаджального обробітку. Лущення проводили на глибину 15 см дисковою бороною БДВП-3,6 в агрегаті з трактором Т-150 К. З метою знищення сходів бур'янів і падалиці через 16 днів після дискування було внесено гербіцид Раундап (4 л/га). Наступна технологічна операція – оранка ґрунту на глибину 26 см плугом загального призначення ПЛН-4-35 з трактором Т-150 К.

Через 20 днів після оранки виконувалась культивування ґрунту на глибину 12 см машинно-тракторним агрегатом у складі Т-150К +ЗП-8+КПС-4 із зубовими боронами (2 шт). Передсаджальний обробіток проведено комбінованим агрегатом ЛК-4, який агрегувався з трактором Т-151. Під обробіток ґрунту розкидачем МВД-900 вносили мінеральні добрива (нітроамфоска 2,5 ц/га).

Застосовувані технічні засоби задовільно підготували ґрунт для садіння живців вербим. Витрата палива на підготовку ґрунту 48 кг/га, а сумарні затрати коштів склали 5254 грн/га.

Садіння верби проводили вручну у спеціально нарізані щілини. Для садіння використовували живці завдовжки - 20-21 см, діаметром – 0,8-1 см. Схема посадки – 2 м x 0,5 м. Затрати праці на садінні живців верби становили 100 люд-год/га. Отже, один працівник може посадити до 0,10 га верби за робочий день.

Через місяць після садіння висота рослин становила 7-8 см. Саме в цей час спостерігався інтенсивний ріст бур'янів, на 1 м² нараховувалось 53 рослини бур'янів. Тому виникла потреба в зменшенні забур'яненості посадок верби.

Для знищення бур'янів проводили інтенсивні міжрядні обробітки розробленим працівниками філії технічним засобом з використанням вузлів культиватора Р 440 (рис. 1). Основними вузлами культиватора є рама з механізмом навіски та секції робочих органів, яка кріпиться до рами за допомогою паралелограмного механізму і складалася з трьох стрілочатих лап та рамки секції.



а

б

а – загальний вигляд; б – обробіток міжрядь верби

Рисунок 1 - Просапний культиватор для міжрядного обробітку верби

Для знищення бур'янів і створення сприятливого повітряного режиму ґрунту проведено чотири міжрядні обробітки. Після досягнення вербою висоти понад 50 см, щоб не допустити пошкодження кори рослин конструктивними елементами культиватора, міжрядні обробітки не проводились.

Культиватор задовільно виконував технологічний процес. Після його проходу частка знищених бур'янів у міжряддях становила понад 90%. Культиватор практично не пошкоджував рослин верби (кількість пошкоджених рослин не більше 2%). Продуктивність культиватора в агрегаті з трактором МТЗ-82 становила 1,7 га/год.

Витрата палива для закладання плантацій енергетичної і верби і догляду за однорічними рослинами склала – 94 кг/га, а загальні витрати коштів на виконання технологічних операцій - 17195 грн/га.

Протягом першого року вегетації рослин верби з квітня по жовтень середня температура повітря трималася на рівні $+15^{\circ}\text{C}$. За вегетаційний період відзначено 44 дощових днів, протягом яких випало 258 мм опадів. Найбільш дощовими виявилися травень і червень.

За даних кліматичних умов і застосовуваних техніко-технологічних рішень середня висота куща верби першого року вирощування становила 260 см (рис. 2).



Рисунок 2 – Вид верби першого року вирощування

Наступного року на початку весни, до початку набубнявіння бруньок, для підвищення коефіцієнта кущистості проводилось зрізування однорічних пагонів верби на висоті до 10 см від рівня ґрунту.

Щоб провести дослідження з порівняння показників росту і розвитку верби та ефективності застосування зрізування однорічних рослин, було закладені дві ділянки: на одній - проведено зрізування однорічних пагонів верби, а на іншій – ні.

На ділянці зі зрізаними пагонами в початковий період відновлення вегетації рослин проведено дворазовий обробіток ґрунту в міжряддях розробленим культиватором для міжрядного обробітку енергетичних культур, а також поверхневе внесення мінеральних добрив (аміачна селітра 1,5 ц/га) машиною МВД-900.

Міжрядний обробіток проводився щоб розпушити ґрунт для доступу повітря до кореневої системи і знищити озимі та однорічні бур'яни в міжряддях. Висота рослин під час проведення другого міжрядного обробітку сягала від 0,3 до 0,75 м. Оскільки пагони верби мають високу гнучкість, ламкості пагонів не спостерігалася. У подальшому міжрядні обробітки не проводилися, оскільки інтенсивна вегетація рослин затінила міжряддя і створила несприятливі умови для росту бур'янів.

Витрата палива на виконання технологічних операцій з догляду за рослинами верби другого року вегетації – 61 кг/га, а загальні витрати коштів на виконання технологічних операцій - 3007 грн/га.

Середньодобова температура повітря безморозного періоду другого року вегетації рослин трималася в межах від $+7,4^{\circ}\text{C}$ до $+21,7^{\circ}\text{C}$ (мінімальна температура повітря – $+0,2^{\circ}\text{C}$ на початку II декади квітня; максимальна – $+33,2^{\circ}\text{C}$ на початку серпня). За результатами проведених спостережень встановлено, що річна кількість опадів склала 705 мм, в теплий період року з квітня по жовтень випало 373 мм вологи.

У кінці терміну вегетації середня висота однорічних рослин становила 355 см, дворічних – 426 см (рис. 3). На дворічних рослинах відзначено збільшення товщини пагонів до 25-30 мм. Товщина однорічних пагонів коливалася від 12 до 23 мм.



а – дворічні рослини; б – однорічні рослини
Рисунок 3 – Рослини верби в кінці вересня

На третій рік ніяких технологічних операцій з догляду за рослинами не проводилось (рис. 4). Після закінчення періоду вегетації проведено зрізування пагонів верби частково механізованою роздільною технологією збирання, яка включає виконання таких операцій: зрізання пагонів мотокоосою; формування куп пагонів вручну, подрібнення пагонів деревоподрібноувальною машиною DP 660T, перевезення тріски на спеціально обладнану площадку. Витрати палива на збирання біомаси верби становили 126 кг/га і загальні витрати коштів 11350 грн/га.

Кліматичні параметри третього періоду вирощування верби характеризувались такими показниками:

- середньодобова температура повітря безморозного періоду вегетації рослин становила $+15,6^{\circ}\text{C}$ (мінімальна температура повітря $+0,2^{\circ}\text{C}$ – в середині I декади травня; максимальна $+33,4^{\circ}\text{C}$ – на початку серпня).

- річна кількість опадів з склала 745 мм, в теплий період року з квітня по жовтень випало 468 мм вологи. У веснянні місяці випало 212 мм опадів, у літні - 275 мм, в осінні – 96 мм і зимові – 162 мм.

В кінці терміну вегетації середня висота дворічних рослин становила 578 см, трирічних – 589 см (рис. 5). На трирічних рослинах відзначено збільшення товщини пагонів до 55-60 мм. Товщина окремих пагонів

становила близько 70 мм. На кущах трирічних рослин нараховувалось 3-5 пагонів з одним чітко вираженим основним.

Товщина дворічних пагонів коливалася від 36 до 53 мм. На кущі знаходилось 7-8 рівнозначних пагонів. За даними досліджень встановлено, що середня маса деревини з вологістю 40% з одного куща трирічної верби (без зрізування пагонів) та дворічної верби на трирічних пнях була на одному рівні і становила 4,16 кг. Врожайність біомаси верби становила 58 т/га.



а



б

а – другого року; б – третього року на пнях без зрізування

Рисунок 4 – Рослини верби третього року вирощування

Динаміка росту верби протягом трьох років показана на рисунку 5.

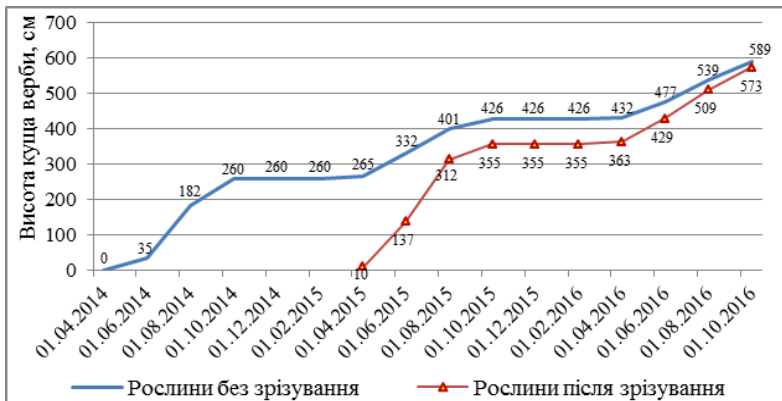


Рисунок 5 – Динаміка зміни висоти верби протягом трьох років вирощування

Для визначення виходу біомаси з трирічних рослин верби на ділянках, де проводилось зрізування пагонів після першого року вирощування, були проведенні додаткові дослідження. За даними досліджень, висота куща верби

на цих ділянках становила 669 см (рис 6.21). Товщина пагонів становила 48-67 мм. Врожайність біомаси вологістю 40% – 93 т/га.

Показники економічної ефективності вирощування енергетичних культур наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Показники економічної ефективності вирощування енергетичних культур

Показник	Верба		
	1-ший рік	2-гий рік	3-гий рік
Всього витрат за три роки, грн	26120		
Всього витрат за роками, грн, в тому числі на:	17195	3007	5918
- - підготовку ґрунту	5254	-	-
-- садіння	9353	-	-
-- догляд за рослинами	2588	3007	-
- збирання біомаси	-	-	5918
Витрата палива, кг/га	94	61	126
Затрати праці, люд-год/га	174	44	71
Структура витрат за роками, грн:			
-- заробітна плата	4305	584	
-- амортизація	556	140	1775
-- відрахування на КР і ТО	658	170	712
-- вартість палива	1826	1213	951
-- вартість живців (ризом)	6250		2480
-- вартість добрив	3000	900	
- вартість засобів захисту	600		
Валовий збір біомаси вологістю 40%, т	-	-	93
Валовий збір біомаси в перерахунку на вологість 20%, т			61,5
Середньорічний збір біомаси, т	23,3		
Ціна біомаси, грн/т	0,75		
Дохід від реалізації біомаси, грн	17475		
Середньорічний прибуток після виходу на повну потужність, грн	11557		
Термін окупності, рік	2,3		

Найбільші витрати коштів (65,8 % від усіх затрат протягом трьох років) за умови напівмеханізованої технології закладання плантацій, догляду за рослинами і збирання біомаси верби припадають на перший рік її вирощування, що пов'язано з високою вартістю посадкового матеріалу та необхідністю багаторазового проведення технологічних операцій з догляду за рослинами.

У структурі затрат коштів на виконання технологічних операцій закладання енергоплантацій і вирощування та збирання енергетичної верби за напівмеханізованою технологією найбільша частка припадає на заробітну плату, саджанці і паливо-мастильні матеріали (рис. 6).

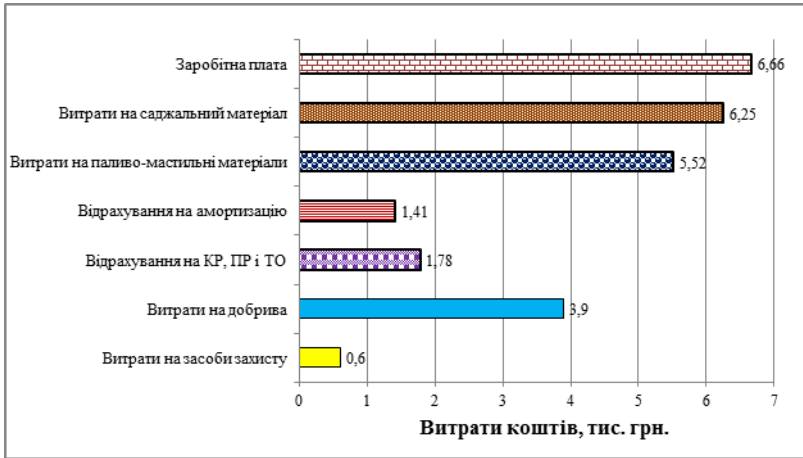


Рисунок 6 – Структура витрат коштів на закладання енергоплантацій, вирощування і збирання верби

Після виходу енергоплантацій на повну потужність з одного гектара верби можна одержати 11,56 тис.грн прибутку. Термін окупності коштів на закладання енергоплантацій верби складає 2,3 роки.

Висновки. Застосування напівмеханізованої технології вирощування і збирання верби вимагає значних затрат праці. Найбільші витрати матеріально-технічних і фінансових ресурсів (понад 60% від загальних витрат) припадають на закладання плантацій і догляду за рослинами у перший рік вирощування енерговерби.

За результатами досліджень встановлено, що в регіональних умовах Західної України за трирічного циклу вирощування врожайність біомаси верби на період збирання може становити до 100 т/га. Термін окупності капіталовкладень становить 2,3 роки

Література

1. Енергетична верба як сировина для виробництва пеллет. *[Електронний ресурс]*. Режим доступу: <http://www.google.com.ua>.
2. Лис С.С. Огляд технології газифікації деревини. / С.С. Лис // Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України, 2009.
3. Techniki uprawy i produkcji biomasy z wierzby energetycznej Materiały szkoleniowe projektu Centrum Zielonych Technologii w temacie Odnawialne Źródła Energii. *[Електронний ресурс]*. Режим доступу: http://www.zielonetechnologie.pl/.../techniki_uprawy...
4. 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: УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого. – 2014. – С. 228-236.

5. Кравчук В. На шляху до створення плантацій енергетичних культур/ В. Кравчук, М. Новохацький, М. Кожушко, В. Думич В, Г. Журба// Техніка і технології АПК, 2013, № 2.-С.31-34

6. Думич, В. Технічні рішення для енерговерби [Текст] / В. Думич, Г. Журба. - // The ukrainian Farmer, 2013. - № 7. - С. 78-79

7. Журба Г. Техніко-технологічні рішення під час закладання плантацій енергетичної верби/Г. Журба, В. Паскарик // Техніка і технології АПК, 2013, № 11.-С.28-31

Аннотація. *Рассмотрены результаты исследований технико-технологических решений по закладке плантаций, выращиванию и уборке энергетической вербы с использованием полумеханизированной технологии в условиях Западного региона Украины. Исследована динамика роста и развития растений вербы. Проведен расчет эффективности выращивания энергетической вербы.*

По результатам исследований установлено, что в региональных условиях Западной Украины по трехлетнему циклу выращивания урожайность биомассы вербы на период уборки может составлять до 100 т / га. Срок окупаемости капиталовложений составляет 2,3 года.

Summary. *The results of research of technical and technological solutions for laying plantations, growing and harvesting of energy willow using semi-mechanized technology in the Western region of Ukraine are considered. The dynamics of growth and development of willow plants was studied. The efficiency of growing the energy willow is calculated.*

According to the results of the research, it is established that in the regional conditions of Western Ukraine during the three-year cycle of growing, the yield of biomass of willow for the harvesting period may be up to 100 t / ha. The payback period of investments is 2.3 years.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТВЕРДОПАЛИВНИХ КОТЛІВ СЕРІЇ СДК З ВИКОРИСТАННЯМ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ВИДІВ ПАЛИВА

Л. Рудик,
УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

У статті досліджено особливості конструкції твердопаливних котлів, наведено результати державних приймальних випробувань дослідного зразка котла твердопаливного побутового тривалого горіння СДК-15, який є типовим представником котлів серії СДК. За результатами досліджень встановлено, що котли виробництва ФОП «Крокосенко С.А.» якісно та надійно виконують технологічний процес спалювання біомаси, відповідають міжнародним стандартам. Проведено оцінювання технічних параметрів, визначено особливості конструкції, які значно впливають на підвищення ККД котла.

Ключові слова: *твердопаливні котли, альтернативні види палива, результати випробувань, технічна характеристика, завантажувальний отвір, технологічний процес спалювання.*

Постановка проблеми. Дедалі зрослі ціни на газ змушують українських споживачів задуматися про опалення своїх будинків альтернативними видами палива. Фахівці рекомендують звернути пильнішу увагу на твердопаливні котли.

Економічна та політична ситуація у світі безпосередньо впливає на формування цін та умов постачання в Україну енергоносіїв з інших країн і, отже, й на енергетичну безпеку нашої держави. Послаблення залежності України від імпорту природного газу, а згодом і повна відмова від нього, можливе за активного використання альтернативних джерел енергії (АДЕ).

Замінити природний газ для опалення приміщень можна біомасою (дрова, торф, тріска, пелети та ін.). Проаналізуємо, за яких умов доцільне впровадження твердопаливних котлів та на що необхідно звернути увагу, щоб отримати максимальний ефект від переходу на тверде паливо не тільки у масштабах держави, а й для кожного споживача.

На сьогодні опалювання будівель газом стало невинновдано дорогим і ми змушені шукати так звані нові альтернативні види палива, які, по суті, є “добре забутим старим” – тобто, торфом, дровами, вугіллям, тирсою. Хтось називає це кроком назад. Інші, навпаки, стверджують, опираючись на світовий досвід та нові технології, що за котлами на альтернативному паливі – майбутнє.

Самі по собі твердопаливні котли – це осучаснений і вдосконалений варіант старих добрих сільських печей, які завдяки згорянню дров або вугілля (твердого палива) через систему димоходів обігрівали весь будинок. Сучасні твердопаливні котли, завдяки згорянню дров, вугілля або їх альтернативних похідних (брикети, пелети – про них мова пізніше) підігрівають теплоносії (воду), який по системі труб циркулює по всьому будинку, зігріваючи його.

А ось твердопаливні котли тривалого горіння – відносна новинка на ринку котлів опалення. Їх основна мета – тривале економічне спалювання палива з максимальним ККД і мінімальними викидами шкідливих речовин в атмосферу.

Мета досліджень. У 2017 році УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого були проведені державні приймальні випробування дослідного зразка котла твердопаливного побутового тривалого горіння СДК-15, який є типовим представником котлів серії СДК, щоб визначити доцільність його впровадження у виробництво та використання за призначенням.

Виклад основного матеріалу. Випробування котла твердопаливного побутового тривалого горіння СДК-15 проводили у ФОП «Крокошенко С.А.», м. Дніпро.

Котел твердопаливний побутовий тривалого горіння СДК-15 призначений для теплопостачання до індивідуальних житлових будинків і будівель комунально-побутового призначення, обладнаних системами водяного опалення з природною або примусовою циркуляцією, у відкритих і закритих системах опалення. Котли встановлюють у закритих приміщеннях з природною або примусовою вентиляцією.

Типорозмірний ряд котлів твердопаливних побутових тривалого горіння виготовляють у таких модифікаціях: СДК-7 потужністю 7 кВт, СДК-10 потужністю 10 кВт, СДК-15 потужністю 15 кВт, СДК-20 потужністю 20 кВт, СДК-25 потужністю 25 кВт, СДК-30 потужністю 30 кВт, СДК-40 потужністю 40 кВт, СДК-50 потужністю 50 кВт, СДК-75 потужністю 75 кВт, СДК-98 потужністю 98 кВт. Котли працюють на твердому біопаливі. Конструкційне виконання котлів типорозмірного ряду аналогічне.

Деревина, призначена на дрова, повинна бути розпиляна і розколота. Дрова, що пробули рік під навісом, містять 20 – 25 % вологи, два роки - 13 – 17 %, а це значить, що для топки необхідно буде в два рази менше палива, ніж топлячи вологими дровами.

Складені горизонтально дрова швидше згорають. Дрібні дрова дозволяють отримати велику теплову потужність котла. Якісне горіння палива в котлі можна контролювати за кольором диму, який виходить з труби димоходу. Дим повинен бути світлий. Дим густий і темний - нестача вторинного повітря.

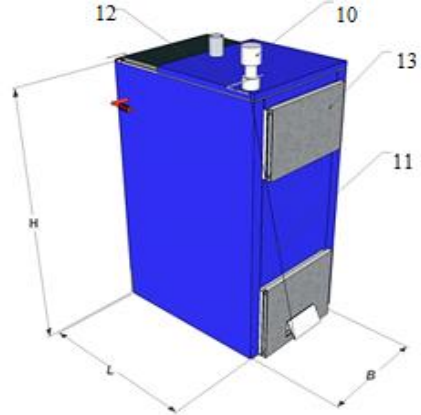
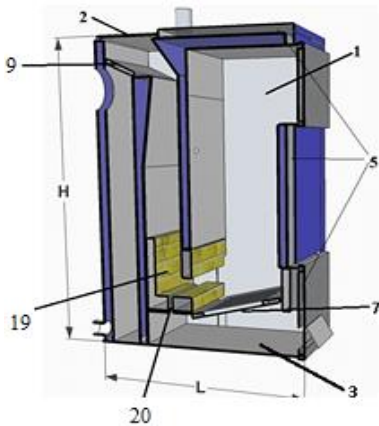
Наданий на випробування котел СДК-15 (рис. 1) є типовим представником типорозмірного ряду, результати випробувань якого

характеризують котли твердопаливні побутові тривалого горіння серії СДК загалом [1].



Рисунок 1 – Котел твердопаливний побутовий тривалого горіння СДК-15

Котел (рис. 2) складається з топки (1), отвору для очищення теплообмінника (2), зольника (3), заслінки димової труби (4), термоізоляційного матеріалу (5), кожуха котла (6), колосника (7), люка ревізії теплообмінника (8), ручки керування заслінкою теплообмінника (9), терморегулятора (10), ланцюжка терморегулятора (11), важеля терморегулятора (12), верхніх дверцят (завантажувальних) (13), нижніх дверцят (14), труби зворотної води (15), труба води, яка подається в опалювальну систему (16), штуцерів для зливу теплоносія (17), повітряної заслінки (18), камери догорання (19), каналу подачі вторинного повітря (20).



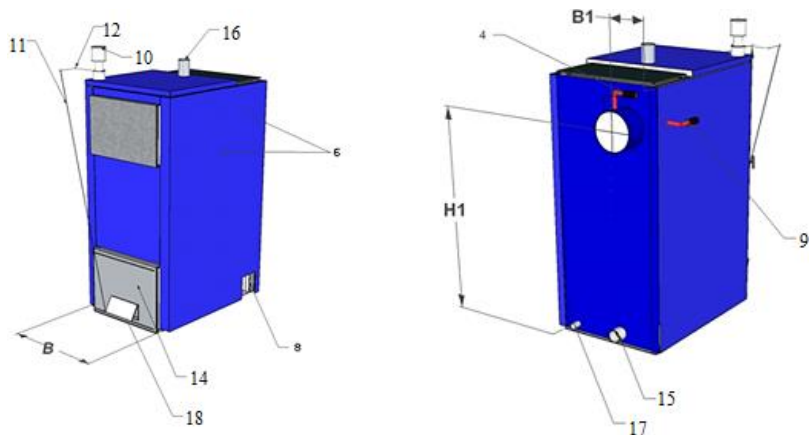


Рисунок 2 – Загальний вигляд котла СДК

Топка – це камера, де згорає паливо (рис. 3). Воно тримається на колоснику – металевому решеті, крізь яке попіль просипається у зольник, а звідти видаляється.



Рисунок 3 – Процес горіння в котлі СДК-15

Сажу видаляють через очисний отвір теплообмінника. Заслінкою у димоході регулюють повітряну тягу. Для підвищення ККД котел утеплюють термоізоляційним матеріалом.

Кожух котла виконує захисні та декоративні функції.

Температуру теплоносія контролює терморегулятор, відчиняючи та зачиняючи дверцята піддувала. Ланцюжок терморегулятора з'єднує дверцята піддувала та важіль терморегулятора. Важіль змінює положення дверцят залежно від температури.

Через верхні завантажувальні дверцята вручну закладають початкову дозу твердого палива, підпалюючи її, а потім повністю завантажують камеру згорання. Розміри дверцят забезпечують зручне завантаження палива.

Через нижні дверцята підпалюють початкову дозу і вибирають золу.

Води (теплоносії) нагрівається безпосередньо в теплообміннику. Для зливання води передбачені штуцери.

Повітряна заслінка забезпечує контрольовану безперерійну подачу повітря у зону горіння або повне перекриття доступу повітря регулюванням розміру технологічного вікна.

Камера допалювання, в якій догорають залишки палива, обладнана каналом подачі вторинного повітря.

Котел, під'єднаний до системи опалення, розпалюють, використовуючи сухі дрова, завантажуючи топку при цьому на 20 %. Необхідно щоб перед повним завантаженням топки котел мав на колоснику шар жару завтовшки 10-15 см.

Під час розпалювання заслінку потрібно відкрити (положення ручки «на себе»), що покращить тягу та дозволить швидше збільшити шар жару. Після повного завантаження для початку повноцінного теплообміну розпалювальну заслінку ставляють в робоче положення (положення ручки «від себе»).

Котел дозавантажують у процесі роботи, при цьому використовуючи розпалювальну заслінку так, як і в процесі розпалювання котла. Для дозавантаження повільно відкривають завантажувальні дверці, щоб дим не потрапив у приміщення, де працює котел. Якщо котел оснащений вентилятором у піддувалі, то на час завантаження, а також під час очищення котла його вимикають. Очищення колосників та зольника проводять за потреби під час роботи котла, але з вимкненим вентилятором.

Процес горіння регулюється залежно від температури теплоносія зміною кількості повітря, яке подається в зону горіння. Залежно від комплектування, цю роль виконує або механічний регулятор тяги або автоматика, яка керує вентилятором.

Щоб уникнути появи конденсату, що може в кілька разів скоротити термін експлуатації котла, систему опалення монтують за запропонованою або аналогічними схемами, які забезпечують температуру поворотної води не нижче 55 °C [2].

Оцінювання конструкції котла твердопаливного побутового тривалого горіння СДК-15 проводилося на відповідність вимогам ДСТУ EN ISO 12100 [3] та ДСТУ EN 303-5 [4], що є доказовою базою відповідності продукції вимогам Технічного регламенту безпеки машин.

Технічна характеристика за результатами випробувань представлена в таблиці 1.

Таблиця 1 – Технічна характеристика котла СДК-15 за результатами випробувань

<i>Показники призначення</i>	
Номінальна теплопродуктивність, кВт (Гкал/год)	15(0,013)
<i>Показники транспортабельності</i>	
Габаритні розміри, мм:	
- довжина	780
- ширина	650
- висота	1300
<i>Показники якості роботи</i>	
Температура теплоносія, °С	
- на вході котла, не нижче	55
- виході котла, не вище	69
Час згорання одного завантаження палива за номінальної потужності, год	11
Коефіцієнт корисної дії котла, не менше, %	80
Витрати палива, кг/год	6,7
Маса палива на одне завантаження, кг	74
<i>Показники надійності</i>	
Середнє напрацювання на відмову, не менше, год	Під час проведення випробувань відмов не відмічено
Коефіцієнт готовності	1,00
<i>Економічні показники</i>	
Ціна, грн	23000,00
Прямі експлуатаційні витрати, грн/Гкал	142,12
Питомі витрати палива (дрова), кг/Гкал:	520
Кількість персоналу, осіб	1 (сумісник)

Котел шахтного типу оснащений великим завантажувальним отвором, що дозволяє завантажувати дрова великих розмірів. Значний об'єм топки котла забезпечує зручне завантаження великої кількості палива і збільшення тривалості технологічного циклу роботи. Футерування зони горіння шамотною цеглою підвищує надійність і довговічність котла за температури 900-1100 °С. Велика площа триходового теплообмінника дозволяє ефективний відбір тепла димових газів і відповідно підвищення ККД котла. Нижній принцип горіння палива котла на колоснику не встановлює жорстких вимог до вологості палива.

Котел СДК-15 якісно та надійно виконує технологічний процес спалювання для теплозабезпечення приміщення площею 180 м².

Затрати праці на експлуатацію котла становлять – 0,90 люд.-год/Гкал, прямі експлуатаційні витрати — 142,12 грн/Гкал за умови річного завантаження 2160 год. Як паливо для котла опалювального СДК-15

використовують дрова. За умови закупівлі паливного матеріалу за ціною 1000 грн/т витрати на отримання 1 Гкал тепла становитимуть 662,12 грн/Гкал.

Протягом випробувань котла СДК-15 відмов та несправностей не відмічено. Надійність котла забезпечується застосуванням високоякісних матеріалів та комплектувальних.

За результатами приймальних випробувань УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого вважає, що котли твердопаливні побутові тривалого горіння серії СДК готові до поставлення на виробництво.

Висновки.

1. На сьогоднішній день основним шляхом отримання тепла для опалення приміщень є використання твердопаливних котлів на біомасі, які забезпечують якісний технологічний процес згорання палива.

2. Результатами випробувань свідчать про задовільну якість і надійність виконання технологічного процесу згорання палива, особливості конструкції твердопаливного котла дозволяють ефективно відбирати тепло димових газів, а отже підвищити ККД котла.

Література

1. Протокол № 01-12-2017 державних приймальних випробувань дослідного зразка котли твердопаливні побутові тривалого горіння серії СДК (модель СДК-15) / УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого – 21с.

2. Твердопаливні котли [Електронний ресурс] Режим доступу: – <http://sdk-kotel.com.ua/kotly/bytovyie/>

3. ДСТУ EN ISO 12100:2014 Безпечність машин. Загальні принципи розрахунку. Оцінка ризиків і зниження ризиків (EN ISO 12100:2010 IDT).

4. ДСТУ EN 303-5 Котли опалювальні. Частина 5. Опалювальні котли на твердому паливі з ручним і автоматичним завантаженням топки і номінальною теплотворною здатністю до 500 кВт. Термінологія, вимоги, випробування та маркування.

Аннотація.

В статье исследованы особенности конструкции твердоотопливных котлов, приведены результаты государственных приемочных испытаний опытного образца котла твердоотопливного бытового длительного горения СДК-15, который является типичным представителем котлов серии СДК. По результатам исследований установлено, что котлы производства ФООП «Крокосенко С.А.» качественно и надежно выполняют технологический процесс сжигания биомассы, соответствуют международным стандартам. Проведена оценка технических параметров, определены особенности конструкции, которые значительно влияют на повышение КПД котла.

Summary.

The features of the design of solid-fuel boilers are investigated in the article, the results of state acceptance tests of the pilot sample of a boiler of solid-fuel household long-term combustion KDK-15, which is a typical representative of the boilers of the KDI series, are presented. According to the results of the research, it was established that the production of the boilers of the private enterprise "Krocosenko S.A." qualitatively and reliably perform the technological process of combustion of biomass, comply with international standards. The estimation of technical parameters has been carried out, features of the design have been determined which considerably influence boiler efficiency.

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ МЕХАНІЗМУ РЕГУЛЮВАННЯ ПОДАЧІ НАСОСІВ ТИПУ PVC 1

М. Іванов, канд. техн. наук,
І. Ковальова,
Р. Гречко,
В. Закревський,
Вінницький національний аграрний університет,
В. Мазуренко,
ПрАТ «Гідросила АПМ»

Стаття стосується визначення залежності моменту зведеної сили тиску поршнів PVC 1.18, PVC 1.63, PVC 1.85. Проведено порівняння графічних залежностей для насосів кожного типорозміру з метою з'ясування раціональних значень величини зсуву осі блока циліндрів. Оцінювався вплив розташування графіків залежностей на величину тиску в лінії керування, а також на можливе виникнення від'ємних моментів зведеної сили тиску поршнів, побудовано відповідні графіки для насосів.

Визначено основні показники періодичних залежностей моменту зведеної сили тиску поршнів – частота, розмах коливань, пікові значення параметрів. Виявлено, що для насосів різних типорозмірів необхідно вибирати різні за значенням величини зсуву осі блока циліндрів – 3 мм для насоса PVC 1.18, 4 мм для PVC 1.63, 5 мм для PVC 1.85. Вибір значень виконувався за умовами енергоощадності та виключення можливості виникнення від'ємних значень моменту зведеної сили тиску поршнів.

Ключові слова: *регульований аксіальний роторнопоршневий насос, похилий диск, момент зведеної сили тиску поршнів, зсув осі блока циліндрів.*

Вступ. До числа пріоритетних напрямів розвитку мобільних технологічних машин – сільськогосподарських, будівельних, шляхобудівних та інших, належить підвищення їхньої продуктивності. Реалізація цього напряму відбувається через підвищення потужності приводів, а також концентрацією операцій, виконуваних технологічною машиною [1]. Однією з основних тенденцій подальшого удосконалення сільськогосподарських машин є підвищення рівня гідрофікації приводів робочих органів. Сьогодні актуальним є підвищення робочих швидкостей до 20 км/год, максимального тиску в гідросистемах до 480 бар, що вимагає суттєвого підвищення рівня характеристик складових гідроагрегатів, зокрема регульованих аксіальних роторно-поршневих насосів, застосування яких останнім часом значно

поширюється у гідравлічних системах сільськогосподарських та інших мобільних технологічних машин [6,7,8].

Аналіз останніх публікацій та досліджень.

Значна кількість активних робочих органів, які використовуються в процесі роботи сільськогосподарських та інших мобільних машин, вимагає реалізації ефективного вирішення проблеми забезпечення нормальної роботи гідравлічних приводів конкретних робочих органів. Використання в сучасних сільськогосподарських машинах магістральних гідроприводів, в яких робоча рідина подається до гідродвигуна від гідромагістралі, яка не входить до складу конкретного гідропривода, вимагає відповідного гідравлічного обладнання, пристосованого до роботи в цих умовах [9].

Підвищення енергоефективності систем гідроприводів мобільних машин призвело до створення енергоекономічних LS (loadsensing) та LUDV (flowsharing) гідроприводів [2, 3, 4], використання яких дозволяє заощадити до 20 – 50 % енергоресурсів та підвищити продуктивність праці на 20 % [5].

Провідні світові виробники гідравлічного обладнання BoschRexroth, SauerDanfoss, ParkerHannifin [6, 7, 8] та інші постачають на ринок широкий асортимент комплектувальних loadsensing та flowsharing гідроприводів з високими технічними характеристиками. Умови жорсткої конкуренції вимагають подальшого удосконалення конструкції та підвищення технічного рівня цих гідроприводів.

Зараз деякі підприємства України впроваджують у виробництво нові конструкції гідроагрегатів, які відповідають світовим тенденціям гідрофікації сільськогосподарських машин. Так ПрАТ «Гідросила АПМ» (м. Кропивницький) розпочало виробництво аксіальних роторно-поршневих насосів із регулятором витрати типу PVN. Аналіз якості характеристик виготовлених зразків цих насосів показав, що їхні статичні та динамічні характеристики вимагають подальшого поліпшення.

Мета роботи полягає в обґрунтуванні вибору раціональних параметрів механізму регулювання подачі регульованих аксіальних роторно-поршневих насосів типу PVC 1.

Мета дослідження – обґрунтувати вибір раціональних параметрів механізму регулювання подачі регульованих аксіальних роторно-поршневих насосів типу PVC 1.

Методи дослідження. Визначення залежностей моменту зведеної сили тиску поршнів, а також координат її прикладання для насосів типорозмірного ряду PVC 1. Порівняння отриманих графічних залежностей і визначення раціональних значень величини зсуву осі блока циліндрів відносно осі цапф похилого диска.

Результати досліджень. ПрАТ «Гідросила АПМ» упроваджує у виробництво та налагоджує серійний випуск регульованих аксіальних роторнопоршневих насосів серії PVC. Типорозмірний ряд цієї серії включає

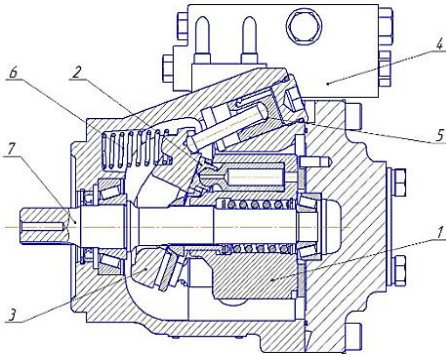


Рисунок 1 – Регульований аксіальний роторно-поршневий насос типу PVC 1
 1 – блок циліндрів, 2 – п'ята, 3 – похилий диск, 4 – регулятор типу PVN, 5 – гідроциліндр керування, 6 – пружина віджимання люльки, 7 – приводний вал

Пружина 6 відтискає похилий диск у початкове положення, якому відповідає його нахил від вертикалі у 18° .

Для забезпечення ефекту енергозбереження під час роботи магістрального гідропривода в режимі LS (чутливому до навантаження) необхідно забезпечити регулювання подачі насоса до рівня потреби конкретного loadsensing гідропривода. З цією метою в конструкції насоса типу PVC 1 використовується loadsensing розподільник типу PVN 45, який забезпечує регулювання подачі насоса шляхом зміни його робочого об'єму. Поворот похилого диска з метою регулювання подачі насоса виконується гідроциліндром 5. Утворюється зусилля, спрямоване на поворот похилого диска в бік зменшення кута нахилу похилого диска з відповідним зменшенням робочого об'єму насоса і подачі робочої рідини до лінії нагнітання. Водночас, у конструкціях насосів серії PVC 1 передбачено використання сили тиску поршнів насоса на поверхню похилого диска для забезпечення за необхідності повороту диска в бік збільшення кута його нахилу і, відповідно, подачі робочої рідини до гідросистеми.

Щоб механізм регулювання подачі насоса виконав цю дію, вісь обертання блока циліндрів устанавлюють нижче осі повороту похилого диска (осі його цапф). Звичайно, величина цього зсуву складає 4 мм. Але в серії насосів типу PVC 1 є декілька різних типорозмірів – від PVC 1.18 з робочим об'ємом 18 см^3 до PVC 1.85 з робочим об'ємом 85 см^3 . Відповідно, конструкційні розміри діаметрів поршнів, діаметра кола, на якому знаходяться центри циліндрів, і т. д. відрізняються. З іншого боку треба зауважити, що за принципом дії, конструкцією основних вузлів та елементів конструкції насоси цього

насоси від PVC 1.18 до PVC 1.85. На рисунку 1 показано конструкційну схему регульованого аксіального роторно-поршневого насоса типу PVC.

Насос включає власне насосний вузол та регулятор подачі насоса залежно від потреб магістрального гідропривода. До блоку циліндрів 1 встановлено 9 поршнів, які сферичним торцем через п'яту 2 контактують із робочою поверхнею похилого диска 3. Нахил похилого диска регулюється за допомогою LS-регулятора 4 та гідроциліндра керування 5, шток якого діє на похилий диск у напрямку зменшення кута нахилу диска.

типорозмірного ряду однотипні, що дозволяє використовувати єдиний підхід до аналізу роботи механізмів регулювання подачі насосів різних типорозмірів.

Силова дія на похилий диск визначається сумарною дією поршнів, які перебувають під великим тиском. Крім насоса PVC 1.18 насоси інших типорозмірів працюють у режимі самовсмоктування. Для насоса PVC 1.18 тиск у гідролінії підживлення не перевищує 10 % від номінального, що не призводить до особливих відмінностей у створенні силової дії поршнів на похилий диск порівняно з насосами інших типорозмірів.

Зведена сила $P_{зв}$ діє з боку поршнів насоса на робочу поверхню похилого диска. Через те, що під час обертання блока циліндрів точки прикладання сили з боку окремих поршнів змінюють свої координати, точка прикладання зведеної сили також періодично змінює своє положення. На рисунку 2 показано розраховану для насоса типу PVC 1.63 траєкторію точки прикладання зведеної сили під час обертання блока циліндрів [10].

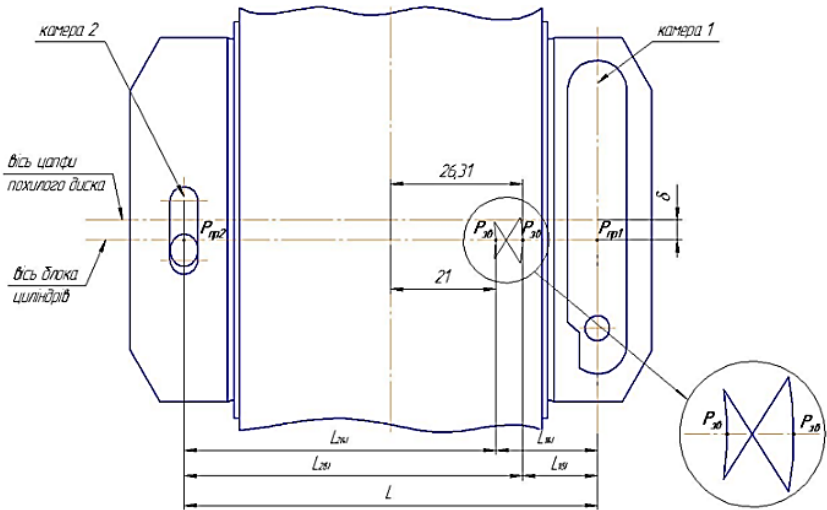


Рисунок 2 – Траєкторія точки прикладання зведеної сили поршнів до робочій поверхні похилого диска насоса PVC 1.63

Згідно з рисунком 2 залежність координат точки прикладання зведеної сили $P_{зв}$ має періодичний характер. Циклічність зміни координат точки прикладання відповідає повороту блока циліндрів на кут 40° , що дорівнює кутовій відстані між сусідніми поршнями. Вісь симетрії, показаної траєкторії, знаходиться на рівні осі блока циліндрів на відстані величини її зсуву δ від осі повороту (осі цапф) похилого диска. Важливо зазначити, що не тільки в напрямку, нормальному до осі цапф, але і паралельному до неї – переміщується точка прикладання зведеної сили.

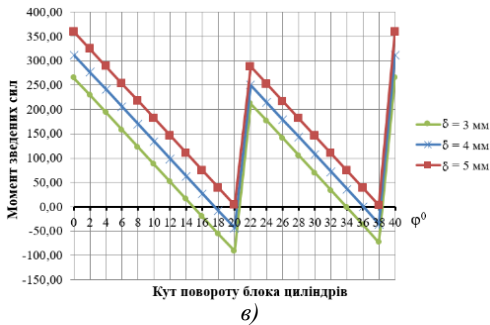
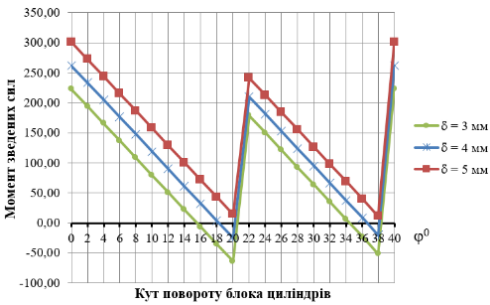
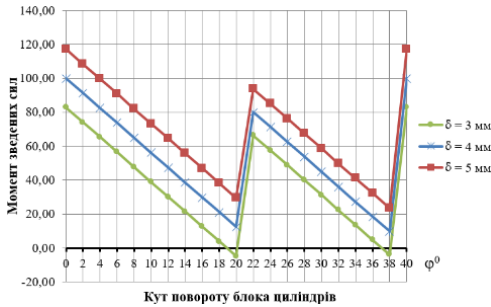


Рисунок 3 – Залежності моменту зведеної сили $P_{зв}$, яка діє на похиллий диск, від кутового положення блока циліндрів. Кут нахилу похилого диска 18° , тиск 250 бар

а) насос PVC 1.18, б) насос PVC 1.63, в) насос PVC 1.85

На рисунку 3 показано графіки залежності моменту зведеної сили $P_{зв}$, який спрямований на поворот похилого диска в бік збільшення кута нахилу, від кутового положення блока циліндрів. Залежності визначені для насосів типорозмірів – PVC 1.18, PVC 1.63, PVC 1.85.

Для зазначених типорозмірів насосів виконано розрахунки залежностей за таких значень зсуву – 3, 4 та 5 мм. Розрахунок цих залежностей проводився за різних значень кута нахилу похилого диска. Характер залежностей, величина розмаху моменту зведеної сили при цьому залишаються незмінними. За нахилу похилого диска на 18° іноді виникають від'ємні значення моменту зведеної сили, що означає, що в цьому випадку має місце ефект дії зведеної сили на зменшення кута нахилу похилого диска. Отже, на рисунку 3 показано найбільш характерні прояви дії зведеної сили на роботу механізму регулювання подачі насосів.

Показані на рисунку 3, а графіки залежностей моменту зведеної сили $P_{зв}$ від кутового положення блока циліндрів свідчать про наявність її періодичної зміни двічі за час повороту блока циліндрів на кут 40° . За номінальної частоти обертання насоса PVC 1.18 2500 об/хв частота пульсацій цього моменту становить 750 Гц. Розмах коливань моменту зведеної сили за тиску на виході насоса 250 барів становить 93,6 Н·м. За всіх значень величини зсуву δ не

виникає від'ємних значень моменту зведеної сили.

Максимальне значення моменту зведеної сили $P_{зв}$ у цьому випадку становить 117,2 Н·м за зсуву $\delta = 5$ мм. За зсуву $\delta = 3$ мм максимальне значення моменту зведеної сили $P_{зв}$ зменшується до 82,8 Н·м.

На рисунку 3,б показано залежності моменту зведеної сили $P_{зв}$, визначені для насоса типу PVC 1.63. Частота пульсацій даного моменту залишається незмінною, але розмах коливань моменту за тиску 250 барів збільшується до 290 Н·м. Максимальне значення моменту зведеної сили $P_{зв}$ в цьому випадку становить 300,96 Н·м за зсуву $\delta = 5$ мм. За зсуву $\delta = 3$ мм максимальне значення моменту зведених сил становить 222,6 Н·м, але з цим зсувом виникає від'ємне значення моменту зведеної сили $P_{зв}$ -63,8 Н·м під час повороту блока циліндрів на кут 20° .

Графіки залежності моменту зведеної сили $P_{зв}$ для насоса PVC 1.85 показано на рисунку 3,в. Розмах коливань зведеної сили в цьому випадку збільшується до 356,8 Н·м. Максимальне значення моменту зведеної сили $P_{зв}$ зі зсувом $\delta = 5$ мм досягає значення 359,5 Н·м. Зі зсувом $\delta = 3$ мм максимальне значення моменту не перевищує 264,7 Н·м. Але з цим зсувом виникає від'ємне значення моменту зведеної сили -91,05 Н·м за кута повороту блока циліндрів 20° .

Висновки.

Проведені дослідження показали суттєвий вплив на параметри залежностей моменту зведеної сили $P_{зв}$, який використовується механізмом регулювання подачі регульованих аксіальних роторно-поршневих насосів типу PVC 1, від типорозміру насоса. Зі збереженням типового характеру періодичної залежності моменту зведеної сили $P_{зв}$ від кута повороту блока циліндрів значення розмаху коливань цього моменту суттєво відрізняються. Збільшення робочого об'єму насоса призводить до збільшення розмаху коливань моменту зведеної сили $P_{зв}$, зростають пікові значення цього моменту. Через це виникає необхідність додаткового аналізу для обґрунтування величини зсуву осі блока циліндрів відносно осі цапф похилого диска. Однакове значення зсуву $\delta = 4$ мм для насосів всіх типорозмірів може не відповідати раціональним значенням. Доцільно в насосі PVC 1.18 використовувати зсув $\delta = 3$ мм. При цьому пікове значення моменту зведеної сили $P_{зв}$ дорівнює 82,8 Н·м, що позитивно відображається на рівні тиску у порожнині гідроциліндра керування. Підвищення тиску в цьому випадку зменшує енергоощадність та негативно впливає на об'ємні втрати в насосі. Зі зсувом $\delta = 3$ мм практично відсутні від'ємні значення моменту зведеної сили $P_{зв}$.

Згідно з рисунком 3,б для насоса типу PVC 1.63 доцільною величиною зсуву осі блока циліндрів є значення $\delta = 4$ мм, що і використовується у реальній конструкції. В цьому випадку максимальне значення моменту зведеної сили $P_{зв}$ дорівнює 260 Н·м. Під час повороту блока циліндрів на кут

20° виникає від'ємне значення моменту зведеної сили, яке не перевищує - 20 Н·м, що не створює помітних ускладнень у роботі механізму регулювання подачі насоса типу PVC 1.63.

Для насоса типу PVC 1.85 раціональним буде значення зсуву $\delta = 5$ мм, оскільки для насоса цього типорозміру, хоча при цьому збільшиться пікове значення моменту зведеної сили $P_{зв}$, яке може збільшувати навантаження на LS-регуляторі, відсутні від'ємні значення момента зведеної сили. Зараз у конструкції похилого диска закладено значення зсуву $\delta = 4$ мм, що може сприяти підвищенню коливальності процесу регулювання, тому що в цьому випадку можливий мінімальний момент зведеної сили -43,6 Н·м.

Проведений аналіз силових дій на похилий диск свідчить про наявність значних пульсацій зведеної сили $P_{зв}$ та момента на похилому диску, що може призводити до коливань похилого диска та викликати пульсації подачі та тиску на виході насоса. Тому існує необхідність забезпечити належний рівень якості гідростатичних опор, які мають виключити можливість механічних втрат та зношення цапф похилого диска. Існує необхідність розроблення заходів, спрямованих на демпфірування коливань подачі робочої рідини та тиску на виході насосів.

Література

1. Андренко П. Н. Направления развития объемного гидропривода / П. Н. Андренко, З. Я. Лурье // Промислова гідраліка і пневматика. – 2016. – №2(52). – С.3-14.
2. Галухин Н. А. Исследование влияния насыщения потока насоса на к.п.д. flow sharing гидропривода / Н. А. Галухин // Промислова гідраліка і пневматика. – 2014. – №1(43). – С.55-63
3. Бондарь В. А. Принципы LS и LUDV в гидросистемах открытого контура / В. А. Бондарь // Вісник СумДУ. – 2004. – № 12(58). – С. 41-45.
4. Щербаков В. Ф. Энергосберегающие гидроприводы строительных и дорожных машин / В. Ф. Щербаков // Строительные и дорожные машины. – 2011, – №11. – С.43-44.
5. Hydraulic solutions for mobile applications. VP directional control valve proportional, load sensing and pressure compensation. Parker Hannifin corporation hydraulic valve division. Bulletin HY 14-2006/US, 400, 9/OC, GL.
6. Rexroth Bosch Group: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.boschrexroth.com/en/xc/>
7. Parker Hannifin: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.parker.com/>
8. Danfoss.com: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.danfoss.com/>
9. Башта Т.М. Объёмные гидравлические приводы / Т.М. Башта, И.З. Зайченко, В.В. Ермаков, Е.М. Хаймович. – М.: Машиностроение, 1968. – 628 с.

10. Удосконалення системи керування нахилом люльки аксіального роторнопоршневого насоса типу PVC 1.63 / [Іванов М. І., Переяславський О. М., Шаргородський С. А., та ін] // Промислова гідравліка і пневматика. – 2016. – №4(50). – С. 64-70.

Аннотація.

Стаття кається определения зависимости момента сводной силы давления поршней PVC 1.18, PVC 1.63, PVC 1.85. Проведено сравнение графических зависимостей для насосов каждого типоразмера с целью выяснения оптимальных значений величины смещения оси блока цилиндров. Оценивалось влияние расположения графиков зависимостей на величину давления в линии управления, а также на возможное возникновение отрицательных моментов сводной силы давления поршней, построены соответствующие графики для насосов.

Определены основные показатели периодических зависимостей момента сводной силы давления поршней - частота, размах колебаний, пиковые значения параметров. Выявлено, что для насосов различных типоразмеров необходимо выбирать разные по значению величины смещения оси блока цилиндров - 3 мм для насоса PVC 1.18, 4 мм для PVC 1.63, 5 мм для PVC 1.85. Выбор значений выполнялся по условиям энергосбережения и исключения возможности возникновения отрицательных значений момента сводной силы давления поршней

Summary.

The article relates to the determination of the momentum of the aggregate pressure force of the pistons PVC 1.18, PVC 1.63, PVC 1.85. A comparison of graphic dependences for pumps of each size is made in order to find out the rational values of the displacement of the axis of the cylinder block. The influence of the location of the dependency charts on the pressure value in the control line, as well as on the possible occurrence of negative moments of the consolidated force of pressure of the pistons, was calculated, and the corresponding graphs for the pumps were constructed.

The basic indices of periodic dependences of the moment of the consolidated force of pressure of the pistons are determined - frequency, fluctuation velocity, peak values of parameters. It has been found that for pumps of various sizes it is necessary to choose different values of the displacement of the axis of the block of cylinders - 3 mm for the pump PVC 1.18, 4 mm for PVC 1.63, 5 mm for PVC 1.85. The choice of values was performed according to the conditions of energy saving and the possibility of occurrence of negative values of the moment of the consolidated force of pressure of the pistons.

**РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ АЕРОДИНАМІЧНИХ
ХАРАКТЕРИСТИК І ЕНЕРГОВИТРАТ ДРОБАРКИ МОЛОТКОВОЇ
ПНЕВМАТИЧНОЇ ДМП-22 ВИРОБНИЦТВА ПАТ «ХОРОЛЬСЬКИЙ
МЕХАНІЧНИЙ ЗАВОД»**

**Г. Тетівник,
С. Твердохліб,
Ю. Козлов,**

Харківська філія УкрНДІПВТ ім. Л.Погорілого

У статті наведена інформація про результати досліджень енергетичних і аеродинамічних характеристик дробарки молоткової пневматичної ДМП-22, проведених у Харківській філії УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. За результатами досліджень встановлено таке: дробарка якісно виконує процес подрібнення компонентів кормових сумішей, але енерговитрати на створення повітряного потоку для переміщення подрібненого продукту складають до 70 % потужності електродвигуна привода; на процес дроблення залишається до 30 % потужності електродвигуна, останній перевантажується, перегрівається і потребує частих зупинок для охолодження, технічна продуктивність знижується.

Ключові слова: дробарка ДМП-22, ПАТ «Хорольський механічний завод», аеродинамічні характеристики, енерговитрати, результати досліджень.

Вступ. Харківською філією УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого проведені випробування дробарки молоткової пневматичної моделі ДМП-22 виробництва ПАТ «Хорольський механічний завод».

Метою випробувань було проаналізувати взаємозв'язок між енергетичними витратами та аеродинамічними характеристиками дробарки.

Об'єкт дослідження. Дробарки молоткові марок ДМП, ДМВ призначені для подрібнення зерна злакових, плівчастих, бобових культур, кукурудзи, зерноsumішей, макухи та інших видів сировини (крім мінеральної) на підприємствах комбикормової промисловості.

Випробування проводились у комбикормовому цеху ТОВ «Агро-Еліта», с. Придніпровське, Никопольський р-н, Дніпропетровська обл. і на випробувальному стенді ПАТ «ХМЗ» м. Хорол, Полтавська обл.

Дробарка (рис. 1, рис. 2) складається з корпусу, кришки з приймальними патрубками і каменевідбірником, магнітного захисту, ситового корпусу, молоткового ротора, викидальної крильчатки (вентилятора), привода, випускного патрубка, підшипникових вузлів і пасів.

Привод дробарки – серійний лаповий двигун, $N = 22$ кВт, $n = 3000$ хв⁻¹ з клинопасовою передачею. У дробарок ДМВ фланцевий електродвигун привода з'єднується з ротором безпосередньо.



Рисунок 1 – Загальний вигляд дробарки ДМП-22

Корпус ситовий являє собою зварну конструкцію, призначену для встановлення та закріплення сит і дек.

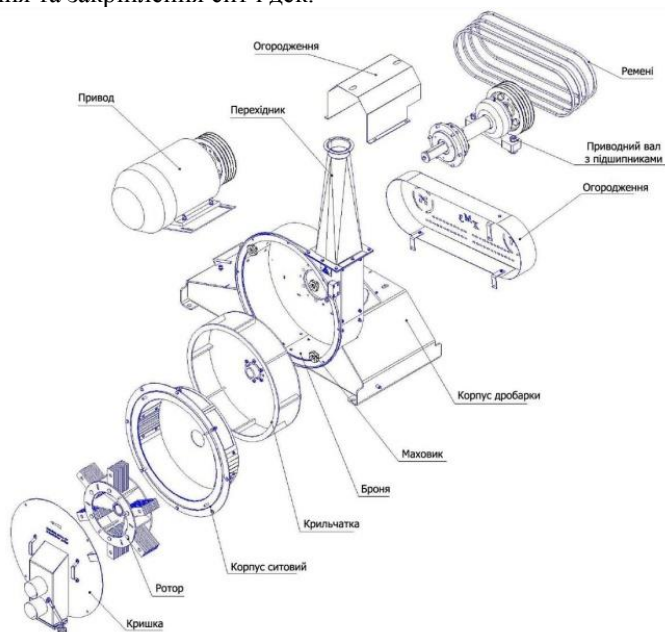


Рисунок 2 – Конструкційна схема дробарки ДМП-22

Молотковий ротор – основний робочий орган дробарки. Він виконаний

як крильчатка вентилятора, оснащений осями для молотків і насадженими на них молотками.

Подрібнюваний матеріал (сировина) подається через вирву або з пневмоприймача.

Вирва під'єднується до верхнього патрубку дробарки коротким рукавом. Подача з вирви передбачає подачу попередньо дозованої сировини або фасованої у м'якій тарі. Подача з пневмоприймача через довгий рукав забезпечує подачу зернових компонентів з місць напільного збереження.

Система пневмотранспорту для подавання зерна в дробарку виконана з поліуретанових гнучких трубопроводів.

Технологічний процес роботи дробарки такий: зерно з пневмоприймача, або з приймальної вирви під дією повітряного потоку, який створюється крильчаткою ротора, подається по всмоктувальному трубопроводу в камеру каменевідбірника, встановлену у кришці (дверцятах) дробарки. У камері важкі домішки під дією гравітації випадають, а магнітний пристрій відділяє феромагнітні домішки. Продукт усмоктується в дробарну камеру, змелюється молотками ротора, просіюється крізь кільцеве сито і викидається повітряним потоком по трубопроводу в циклон, де продукт охолоджується і виводиться через шлюзовий затвор на транспортувальний пристрій. Аспіраційні відходи з циклона за допомогою тканинних фільтрів, в яких вони накопичуються, видаляються через певний час, передбачений режимом технологічного процесу.

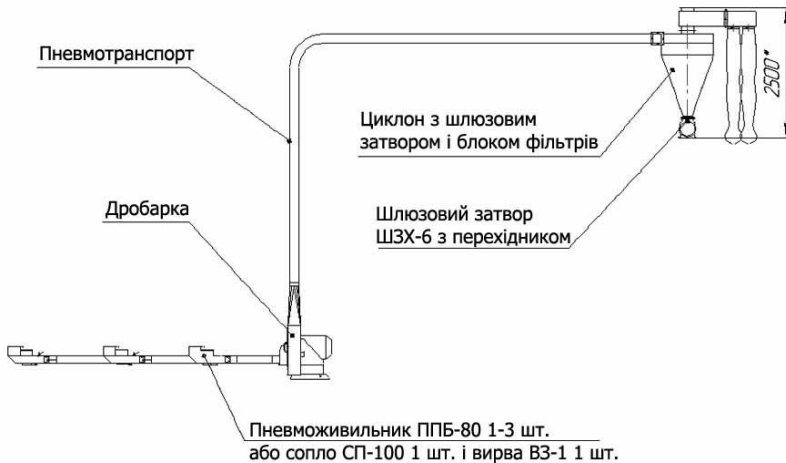


Рисунок 3 – Технологічна схема пневмотранспортної системи дробарок ДМП, ДМВ

Основна частина. Показники призначення дробарки наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Показники призначення дробарки ДМП-22

Показник	Значення показника за даними:	
	КД	випробувань
1	2	3
Продуктивність, т/год., технічна на подрібненні зернавологістю не більше 15,5 % з об'ємною масою не менше 0,68 т/м ³ , на решетах з діаметром отворів, мм:		пшениця
4	1,6	2,25, пшениця; 1,85, суміші
3	1,0	1,10, суміші
Встановлена потужність, кВт	22,0	22,0
Частота обертів ротора, хв ⁻¹	3000	2946
Максимальна споживана потужність, кВт	немає даних	34,5
Максимальна довжина транспортування продукту в циклон, м	8	8
Максимальна довжина всмоктування продукту, м	6	6

Опосередковані дані культур, які перероблялись, наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Характеристики культур, які перероблялись

№ п/п	Назва культури	Об'ємна маса, кг/м ³	Вологість, %	Смітгеві домішки, %
1	Пшениця	763	13,0	1,00
2	Ячмінь	725	12,5	1,05
3	Кукурудза	750	13,8	1,01
4	Макуха соєва (екструдована)	540	9,4	0,02

Показники якості виконання технологічного процесу наведені в таблиці 3.

Таблиця 3 – Показники якості виконання технологічного процесу

№ п/п	Розмір отворів встановленого сита, мм	Культура, для подрібнення	Продуктивність дробарки, т/год. за даними:		Група крупності
			КД	випробувань	
1	Ø 3	суміш	1,0	1,1	3
2	Ø 4	пшениця	1,6	2,25	3
		суміш	1,6	1,85	3

Дробарка випробовувалася на сумішах таких продуктів: пшениця, ячмінь, кукурудза, соєва макуха.

Виготовлений продукт призначався для поросят і відповідав встановленим нормативам на групу крупності, а саме група 3: залишок на ситі з отв. Ø3 не більше 5% (фактично 3,2%); залишок на ситі з отв. Ø5 не допускається (фактично відсутній); вміст цілих зерен не більше 0,3% (фактично 0,09%).

Продуктивність дробарки залежала від кількості компонентів суміші і складала від 1100 до 1850 кг/год. Контрольні випробування на пшениці з об'ємною масою 759 кг/м³, вологістю 12,6 % показали продуктивність 2250 кг/год. Дробарка виконує технологічний процес із задовільною якістю. Отриманий продукт відповідав встановленим нормативам. Однак під час роботи двигун дробарки перегрівається і потребує частих зупинок для охолодження, що знижує технічну продуктивність дробарки. Тому виникла необхідність проаналізувати взаємозв'язок енергетичних витрат і аеродинамічних характеристик дробарки. Для цього були проведені виміри електричних характеристик двигуна привода на холостому ході та під навантаженням, а також аеродинамічні випробування дробарки, як вентиляційної пневмотранспортної установки.

Виміри проводились під навантаженням і на холостому ході.

Для одержання аеродинамічної характеристики вентилятора дробарки до всмоктувальної труби під'єднувалася труба конічної форми, яка була виконана з трьох секцій довжиною 500 мм з діаметрами: від 50 мм до 70 мм, 70-90 мм, 90-100 мм. Додатково до фланця на вході в патрубок діаметром 50 мм приєднувалось кільце з отвором 30 мм.

Виміри проводились послідовно зі входними отворами діаметрами 30 мм, 50 мм, 70 мм, 90 мм, 100 мм.

При цьому визначались рівні тисків на вході і виході дробарки, перепад тисків, швидкості і витрати повітря, залежність витрати повітря від зміни перетину матеріалопроводу (аеродинамічна характеристика), що є суттєвим для визначення продуктивності дробарки.

Аеродинамічні показники для тарувального графіка наведені в таблиці 4.

Таблиця 4 – Аеродинамічні показники для тарувального графіка

Діаметр вхідного отвору, Ø, мм	Динамічний тиск Н _д , Па	Швидкість повітря на вході в дробарку, V, м/сек	Витрати повітря, Q м ³ /год.	Перепад статичного тиску на вході дробарки, ΔН, Па
1	2	3	4	5
30	150	15,6	440,9	5400
50	360	24,2	684,0	5100
70	440	26,8	757,0	4800
90	470	27,6	779,6	4600
100	500	28,6	808,0	4500

Тарувальний графік призначений для визначення продуктивності дробарки щодо повітря під навантаженням.

Тарувальний графік наведений на рис. 4

Дані роботи вентилятора (дробарки) під навантаженням наведені в таблиці 5.

Таблиця 5 – Аеродинамічні показники при роботі під навантаженням

Діаметр вхідного отвору, \varnothing , мм	Динамічний тиск H_d , Па	Швидкість повітря на вході в дробарку, V , м/сек	Витрати повітря, Q м ³ /год.	Перепад статичного тиску на вході дробарки, ΔH , Па
1	2	3	4	5
100	567	30,43	860	4000

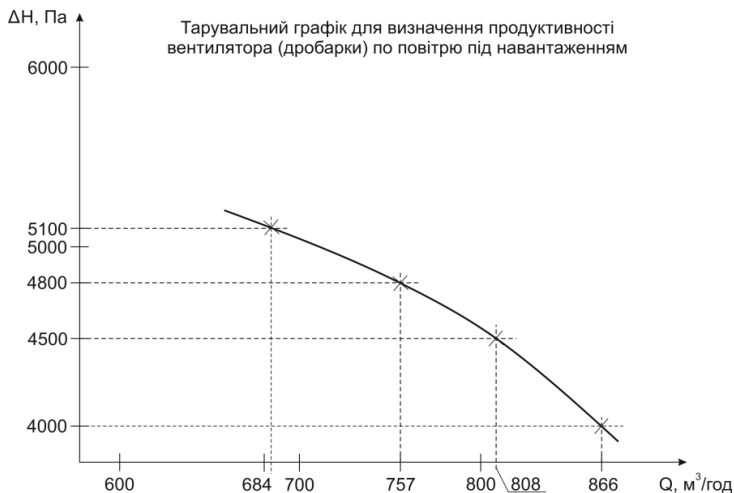


Рисунок 5 – Тарувальний графік

Порівнюючи дані тарування і роботи під навантаженням, бачимо, що характеристики під час роботи зі всмоктувальним матеріалопроводом $\varnothing 100$ мм – близькі.

Аналіз аеродинамічних вимірів показує, що зменшення перетину всмоктувального матеріалопроводу за рахунок заповнення його зерном значно зменшує аеродинамічні характеристики лінії: швидкість повітряного потоку, зменшення об'єму повітря, а це зі свого боку може приводити до затримок продукту в дробарці і так званого «замелювання».

Для аналізування енерговитрат були проведені виміри споживаної електроенергії електродвигуном привода на холостому ході і під час навантаження як у господарстві, так і на випробувальному стенді виробника дробарки.

Середні показники фазових напруг $U_{ф\text{сер}}$, струмів $I_{ф\text{сер}}$, потужностей $P_{ф\text{сер}}$ на холостому ході під час роботи дробарки у господарстві і на стенді наведені в таблиці 6. Діаметр всмоктувального рукава або сопла 100 мм.

Таблиця 6 – Енергетичні показники роботи дробарки на холостому ході зі всмоктувальним рукавом або соплом 100 мм

Агро-Еліта			ПАТ «ХМЗ»		
Фазна напруга $U_{\text{ср}} \text{ В}$	Фазний струм $I_{\text{ср}} \text{ А}$	Фазна потужність $P_{\text{ср}} \text{ кВт}$	Фазна напруга $U_{\text{ср}} \text{ В}$	Фазний струм $I_{\text{ср}} \text{ А}$	Фазна потужність $P_{\text{ср}} \text{ кВт}$
235,33	23,67	4,80	226,67	25,43	5,01

Середні показники $U_{\text{ср}}$, $I_{\text{ср}}$, $P_{\text{ср}}$ під час роботи під навантаженням наведені в таблиці 7. Діаметр всмоктувального рукава – 100 мм.

Таблиця 7 – Енергетичні показники роботи дробарки під навантаженням з всмоктувачим рукавом 100 мм

Фазна напруга $U_{\text{ср}} \text{ В}$	Фазний струм $I_{\text{ср}} \text{ А}$	Фазна потужність $P_{\text{ср}} \text{ кВт}$
231,0	64,13	11,52

Енергетичні показники під час роботи дробарки з аеродинамічним пристроєм наведені в таблиці 8.

Таблиця 8 – Енергетичні показники роботи дробарки з аеродинамічним пристроєм

№ п/п	Ø сопла, мм	Середні показники		
		Фазна напруга $U_{\text{ср}} \text{ В}$	Фазний струм $I_{\text{ср}} \text{ А}$	Фазна потужність $P_{\text{ср}} \text{ кВт}$
1	30	223,40	23,17	4,43
2	50	220,10	21,87	4,25
3	70	219,27	23,20	4,67
4	90	223,53	24,7	4,95
5	100	226,67	25,43	5,01

Графічне відображення енергетичних показників роботи дробарки з аеродинамічним пристроєм наведено на рисунку 6.

Узагальненням даних енергетичних вимірів на холостому ході і під навантаженням з матеріалопроводом діаметром 100 мм встановлено таке:

Холостий хід

Агро-Еліта – $U_{\text{ср}} = 235,33 \text{ В}$, $I_{\text{ср}} = 23,67 \text{ А}$, $P_{\text{ср}} = 4,80 \text{ кВт}$, $P_{\text{ср}}$ (коефіцієнт потужності) = 0,863, $\cos \varphi_{\text{ср}} = 0,863$.

Загальна середня розрахункова потужність – 14,40 кВт. Потужність з урахуванням коефіцієнтів $P_{\text{ср}}$ і $\cos \varphi_{\text{ср}}$ – 10,72 кВт.

Потужність з урахуванням $P_{\text{ср}}$ і $\cos \varphi_{\text{ср}}$ паспортних (0,88 і 0,89) – 11,27 кВт.

ХМЗ – $U_{\text{ср}} = 226,67 \text{ В}$, $I_{\text{ср}} = 25,43 \text{ А}$, $P_{\text{ср}} = 5,01 \text{ кВт}$, $P_{\text{ср}} = 0,863$, $\cos \varphi_{\text{ср}} = 0,863$.

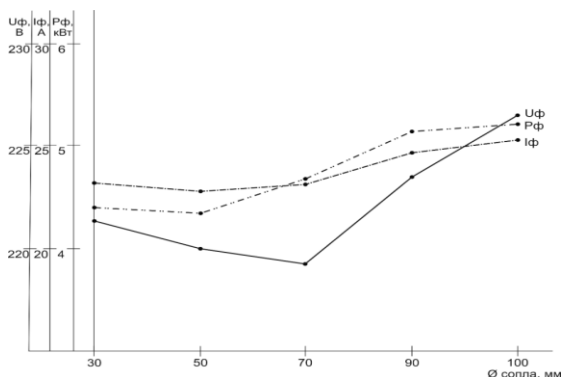


Рисунок 6 – Середні значення енергетичних показників роботи дробарки з аеродинамічним пристроєм

Загальна розрахункова потужність – 15,03 кВт. Потужність з урахуванням коефіцієнтів $P_{\text{фср}}$ і $\cos \varphi_{\text{ср}}$ – 11,19 кВт.

Потужність з урахуванням $P_{\text{фср}}$ і $\cos \varphi_{\text{ср}}$ паспортних (0,88 і 0,89) – 11,77 кВт.

Робота під навантаженням

Агро-Еліта – $U_{\text{фср}} = 231,80$ В, $I_{\text{фср}} = 64,13$ А, $P_{\text{фср}} = 11,50$ кВт, $P_{\text{фср}} = 0,863$, $\cos \varphi_{\text{ср}} = 0,833$.

Загальна середня розрахункова потужність – 34,50 кВт. Потужність з урахуванням коефіцієнтів $P_{\text{фср}}$ і $\cos \varphi_{\text{ср}}$ – 24,80 кВт.

Потужність з урахуванням $P_{\text{фср}}$ і $\cos \varphi_{\text{ср}}$ паспортних (0,88 і 0,89) – 27,02 кВт.

Аналіз енерговитрат показує, що на холостому ході споживана електродвигуном активна потужність склала 14,70 кВт і 15,03 кВт залежно від параметрів електропостачання і схеми установки дробарки; під час роботи дробарки на холостому ході, тобто як вентилятора, електродвигун завантажується на 56–68 % від своєї паспортної номінальної потужності; під час роботи дробарки під навантаженням (переробка продукту) електродвигун перевантажується, коефіцієнт завантаження K_3 складає 1,57, що перевищує норматив $0,7 < K_3 \leq 1$. Коефіцієнт завантаження визначається за формулою $K_3 =$

$$\frac{P_{\text{ср}}}{P_{\text{ном}}}, \text{ де } P_{\text{ср}} - \text{середнє значення активної потужності, що споживається}$$

електродвигуном з мережі, кВт; $P_{\text{ном}}$ – номінальна (паспортна) потужність електродвигуна, кВт.

Енергетичною оцінкою встановлено, що витрати електричної потужності під час роботи дробарки як вентилятора, перевищують більше 50 %, майже 70 % встановленої потужності електродвигуна, тобто на процес дроблення залишається від 30 до 40 % потужності, тому електродвигун

перевантажується, перегрівається і потребує регулярних зупинок для охолодження.

Висновки. За результатами випробувань дробарки молоткової пневматичної ДМП-22 виробництва ПАТ «Хорольський механічний завод» встановлено, що дробарка якісно виконує свої технологічні функції подрібнення сировини, але за даними аеродинамічних та енергетичних вимірів має недолік щодо заниженої потужності електродвигуна привода. На цю модель дробарки рекомендується встановлювати електродвигун потужністю не менше 30 кВт.

Анотація

В статье приведена информация о результатах исследований энергетических и аэродинамических характеристик дробилки молотковой пневматической ДМП-22, проведенных в Харьковском филиале УкрНИИПИТ им. Л. Погорелого. По результатам исследований установлено следующее: дробилка качественно выполняет процесс измельчения компонентов кормовых смесей, но энергозатраты на создание воздушного потока для перемещения измельченного продукта составляют до 70 % мощности электродвигателя привода; на процесс измельчения остается до 30 % мощности электродвигателя, последний перегружается, перегревается и требует частых остановок для охлаждения, техническая производительность снижается.

Summary

The article presents information on the results of research on the energy and aerodynamic characteristics of a hammer pneumatic DMP-22 crusher, carried out at the Kharkiv branch of UkrSRIFTT them. L. Pogoreliy. According to the results of the research the following is established: the crusher performs the process of milling components of feed mixtures qualitatively, but the energy costs for the creation of air flow to move the crushed product make up to 70 % of the power of the motor of the drive; on the grinding process, up to 30 % of the power of the motor remains, the latter is overloaded, overheated and requires frequent shutdowns for cooling, the technical performance is reduced.

УДК 631.363:338.312

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПОДРІБНЕННЯ ТА ГРАНУЛЮВАННЯ СИРОВИНИ З ВИКОРИСТАННЯМ НОВІТНІХ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ

В. Сліпенька,
УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

У статті розглянуто особливості технологій подрібнення та гранулювання біомаси (соломи, сіна, тирси та іншої сировини), новітні технічні засоби у складі лінії подрібнення сировини ГТЛП та лінії гранулювання ГТЛ, їхні конструкційні особливості та показники якості виконання технологічного процесу. За результатами досліджень встановлено, що використання сучасних ліній подрібнення та гранулювання сировини забезпечує високу якість подрібнення різних видів сировини та отримання високоякісних пелет (гранул,) кормів та альтернативних видів палива.

Ключові слова: *високоякісні корми, кормові гранули, лінія гранулювання, лінія подрібнення, пелети, продуктивність, технологічний процес, технічна характеристика.*

Постановка проблеми. Ні для кого не секрет, що в останній час вартість усіх видів палива та вартість кормів для сільського господарства росте з кожним днем, а рівень платоспроможності населення залишається на тому ж доволі низькому рівні.

Виходом із ситуації, яка склалася, може бути використання альтернативних видів палива для котлів, а також виробництво висококалорійних кормів для тварин із застосуванням одного і того ж обладнання.

Сьогодні технічна революція дала багато пристосувань та обладнання, яке працює більш ефективно та економічно. Це торкнулось як системи опалення, так і виробництва кормів для тварин. З'явилися котли, які працюють на нестандартних видах палива та годівниці для відгодівлі тварин із застосуванням гранульованих кормів.

Забезпечення тваринницьких ферм висококалорійними та якісними кормами є обов'язковою умовою господарювання сільськогосподарських підприємств.

Сировину для виробництва пелет можна умовно розділити на дві великі групи:

1. Основною сировиною для виробництва пелет є різноманітні відходи деревообробки – це тирса, стружка, тріски тощо.

2. Другим типом сировини є різноманітні відходи сільськогосподарського виробництва: лушпиння соняшника, солома, відходи кукурудзи, круп'яного виробництва і навіть курячий послід.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Актуальна тема сьогодні — пелети. Ще в 60-х роках для виготовлення комбикормів з рослинної сировини гранулювали солому, сіно тощо., але тоді їх не використовували як основний вид палива.

У Швеції, Данії, Австрії та ряді інших європейських країн, пелетне паливо отримало широке застосування і є альтернативою газу та електричній енергії. Оскільки пелети мають рослинне походження, то в Європі їх називають біомасою. В останнє десятиліття спостерігається інтенсивне зростання продажів опалювального і водонагрівального обладнання, яке використовує цей вид палива.

На сьогоднішній день попри значну перспективу та економічну доцільність через перехід на використання нетрадиційних джерел енергії, виробництво компактованих, високопротеїнових кормів для потреб тваринництва, недостатнє.

Перш за все, це стосується високопродуктивних дійних корів, де споживання сухої речовини кормів обмежене та галузі свинарства і птахівництва - де вимагається висока концентрація поживних речовин в одиниці об'єму. Протягом останніх 50 років досліджували різні способи сепарації трав'яних кормів з мінімальним вмістом клітковини і максимальним вмістом протеїну і вітамінів [1-6].

За даними наукових повідомлень [5], зміна якості гранульованих кормів зводиться до:

- підвищення використання протеїну та енергії рослин;
- зростання рівня зброджування в рубці тварин вуглеводів корму, внаслідок чого зростає рівень летких жирних кислот з переважанням процесів пропіоновокислого бродіння;
- пониження перетравності клітковини внаслідок зменшення ступеня подрібнення структурних елементів кормів і скорочення терміну його перебування в передшлунках жуйних;
- часткової желатинізації крохмалю;
- підвищення споживання сухої речовини грубих кормів у гранульованому вигляді.

У технологічному відношенні гранули відрізняються від звичайних грубих кормів такими позитивними характеристиками:

- зменшенням у 2-3 рази об'ємної маси кормів, що істотно знижує потребу в сховищах для таких кормів;
- підвищенням рівня збереженості гранул порівняно з розсипними грубими кормами, зменшенням втрат поживних речовин внаслідок суттєвого зменшення поверхні окислення гранульованих кормів;

- збереженням стандартної структури кормів, виключенням процесів самосепарації під час зберігання, транспортування і роздавання в годівниці;
- набуттям властивостей гомогенності і сипкості, що дає можливість точно дозувати корми, виключає вибіркове споживання тваринами окремих більш привабливих компонентів (листя, суцвіття) і створює можливості нормованої годівлі за групового утримання тварин стандартизованими кормовими сумішами.

У вирішенні проблеми створення міцної кормової бази для тваринництва основне завдання на сьогодні полягає, насамперед, у поліпшенні якості кормів, зменшенні втрат поживних речовин під час заготівлі, зберігання та згодовування на основі застосування прогресивних енерго- і трудоощадних механізованих технологій.

Мета досліджень. Нарощування виробництва гранульованих кормів та енергетичних пелет в Україні з використанням високоефективних технічних засобів.

Результати досліджень. Випробування лінії подрібнення сировини ГТЛП та лінії гранулювання ГТЛ під час виготовлення гранул із сіна люцерни проводили у ТОВ "Голдкор" м. Миколаїв.

Лінія подрібнення сировини ГТЛП-2 призначена для подрібнення усіх видів сухої соломи зернових, бобових, рису, ріпаку, люцерни, стебел кукурудзи та інших матеріалів, упакованих в рулони діаметром не більше 1,8 м і тюки сировини прямокутної форми.

До складу лінії входять такі елементи: стіл подачі тюків ГТСП-1 (рис. 1), подрібнювач соломи ГТІС-1 (рис. 2), дробарка молоткова ГТДРМ-0,7/55 (рис. 3) та циклони з вентиляторами для накопичення подрібненої сировини (рис. 4), яка повністю готова для гранулювання та брикетування на наявних пресах вітчизняного та зарубіжного виробництва.



Рисунок 1 – Стіл подачі тюків сировини ГТСП-1



Рисунок 2 – Подрібнювач сировини ГТІС-1



Рисунок 3 – Молоткова дробарка
ГТДРМ-0,7/55



Рисунок 4 – Циклон

Технологічний процес лінії подрібнення сировини ГТЛП-2. Тюк сировини круглий чи квадратний після звільнення від шпагату вручну або за використанням навантажувача розміщують на стіл подачі. Сировина після пуску привода транспортера надходить до подрібнювача. Транспортер дозволяє безперервно завантажувати тюки, які по черзі переміщуються до барабана подрібнювача сировини. Плавна зміна кількості обертів дозволяє досягнути потрібної продуктивності і забезпечує адаптацію подрібнювача з будь-якими подальшими агрегатами у складі лінії. Отримана фракція повністю готова для подальшого доподрібнення молотковою дробаркою.

Сировина за рахунок пневмоподачі, потрапляє в активний циклон. Далі матеріал надходить у живильник через завантажувальне вікно і, рівномірно розподілившись по усій ширині, ротором подається в дробарку. Напряму обертання ротора живильника повинен відповідати напряму обертання ротора дробарки. Подрібнена сировина, проходячи через систему очищення, фільтрується від домішок і надходить через патрубок вивантаження в подрібнювальну камеру.

Металомагнітні домішки залишаються на магнітах, а інші важкі домішки потрапляють у патрубок видалення домішок. Обслуговування магнітів здійснюють вручну через заслінку.

Робота дробарки відбувається за такою схемою: матеріал надходить у патрубок завантаження дробарки, потім, розподілившись по усій ширині, надходить у камеру подрібнення і далі - на молотки ротора. Подрібнення відбувається за рахунок удару матеріалу об молотки і деки. Вихідний матеріал просипається крізь отвори решета в нижню частину дробарки до патрубку і пневмотранспортом виводиться з неї.

Після молоткової дробарки подрібнена маса за рахунок пневмоподачі потрапляє в циклон, де відбувається відділення подрібненої маси від повітря.

Далі маса з використанням шлюзового затвора подається в шнековий транспортер для живлення прес-гранулятора.

Технічна характеристика лінії ГТЛП-2 наведена в таблиці 1

Таблиця 1 - Технічна характеристика лінії ГТЛП-2

Показник	Значення показника за даними випробувань
Продуктивність під час подрібнення сировини, кг/год	1400
Встановлена потужність, кВт	90,5
Споживання енергії за годину роботи, кВт·год	86,5
Питомі витрати електроенергії, кВт·год/т	61,8
Стіл подачі тюків ГТСП-1	
Потужність двигуна, кВт	1,5
Габаритні розміри, мм:	
- довжина	4200
- ширина	2508
- висота	1330
Частота обертання двигуна, хв ⁻¹	1400
Маса, кг	400
Подрібнювач сировини ГТІС-1	
Частота обертання ротора, хв ⁻¹	1050
Діаметр ротора, мм	750
Частота обертання барабана, хв ⁻¹	3
Внутрішній діаметр барабана, мм	1850
Встановлена потужність, кВт	30,0
Габаритні розміри, мм:	
- довжина	3000
- ширина	2200
- висота	2850
Маса, кг	1200
Дробарка молоткова ГТДРМ-0,7/55	
Діаметр ротора, м	0,7
Колова швидкість молотків, м/с	80
Частота обертання ротора, хв ⁻¹	1800
Встановлена потужність, кВт	55
Габаритні розміри, мм:	
- довжина	2100
- ширина	1485
- висота	1525
Маса, кг	1600

Умови випробувань відповідали вимогам нормативної документації [7].

Середній розмір часток під час подрібнення сіна подрібнювачем була на рівні 10,3 мм. Ступінь подрібнення сіна становить 33,4 рази. Насипна маса становила 150 кг/м³. Середній розмір часток під час подрібнення сіна дробаркою – 1,3 мм. Ступінь подрібнення – 7,9 разів. Насипна маса сіна – 275 кг/м³.

Для оцінки роботи лінії подрібнення в першу чергу основними були такі показники – продуктивність за вхідною сировиною та встановлена потужність.

Результати оцінювання лінії подрібнення сировини ГТЛП-2 наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Результати оцінювання лінії подрібнення сировини ГТЛП-2

Показник	Значення показника
Продуктивність за вхідною сировиною, т/год	1,4
Встановлена потужність, кВт	
- дробарки	57,5
- подрібнювача	31,5
- столу	3,0

Таким чином, лінія подрібнення сировини ГТЛП-2 дозволяє подрібнювати різну сировину з достатньо високою якістю подрібнення.

Після якісного подрібнення подрібнювачем та дробаркою сировина надходить до лінії гранулювання.

Лінія гранулювання представляє можливість виробництва пелет (гранул) високого рівня, з натуральним відтінком та запахом, дякуючи оптимальному вибору технологічних рішень і вибору обладнання з потрібними характеристиками.

Лінія гранулювання ГТЛ призначена для гранулювання, охолодження, подрібнення гранул та просіювання крупки комбікормів, сухого жому та інших матеріалів. Лінію використовують у сільськогосподарських та промислових підприємствах. До складу лінії гранулювання входять такі основні складові частини: прес-гранулятор з дозатором і змішувачем (рис. 5); охолоджувач гранул, просіювач, шафа керування.



Рисунок 5 – Прес-гранулятор лінії гранулювання ГТЛ

Технологічний процес лінії гранулювання ГТЛ. Вхідний продукт (комбікорм, сухий жом або інші матеріали) надходить до дозатора прес-гранулятора, який подає його із заданою продуктивністю до змішувача. У

змішувачі він зволожується парою і подається до камери пресування. Готовий продукт виходить через отвори матриці під дією пресувальних роликів у вигляді циліндричних гранул, які зрізаються ножом відсікача. Регулювання температури процесу та подачі суміші виконується з використанням системи автоматичного керування. Гарячі гранули подаються до охолоджувача, де через них продувається потік повітря, відбираючи надлишкову вологу та тепло.

На передній стінці перед скляним вікном охолоджувача на круглій штанзі з рухомими фіксаторами встановлено датчики рівня. Зміною висоти установки датчика нижнього (робочого) рівня гранул змінюється рівень гранул в охолоджувачі і тим самим змінюється час їх охолодження. Після досягнення шаром гранул на поверхні охолодження верхнього рівня чутливості датчика рівня, подається сигнал на увімкнення привода механізму вивантаження, і рухома рама починає здійснювати зворотньо-поступальний рух між нерухомими ґратами бункера і нерухомою рамою. З кожним ходом рухома рама проштовхує певну порцію гранул через нижню нерухому раму. Після зниження рівня гранул в охолоджувачі на висоту, обумовлену зоною чутливості датчика нижнього рівня, припиняється подача сигналу на привод вивантаження, і рухома рама зупиняється в положенні «закрито».

Геометричну форму гранул можна змінювати, використовуючи матриці потрібного діаметра та автоматичний ніж, який буде обрізати пелети до необхідної довжини (рис. 6).



Рисунок 6 – Загальний вид гранул

Негранульована суміш та крихта відділяються від гранул просіювачем. Пуск та зупинку обладнання лінії гранулювання, регулювання продуктивності виконує оператор з використанням шафи керування.

Технічна характеристика лінії гранулювання ГТЛ наведена в таблиці 3.

Таблиця 3 — Технічні показники лінії гранулювання

Показник	Значення показника за даними випробувань
<i>Основні параметри та розміри прес-гранулятора:</i>	
Діаметр матриці, мм	520
Кількість роликів, шт.	2
Діаметр роликів, мм	250
Встановлена потужність приводу, кВт	170
Габаритні розміри, мм:	
- довжина	2750
- ширина	2350
- висота	2410
Маса, кг	5800
<i>Основні параметри та розміри охолоджувача</i>	
Розміри поверхні охолодження, дм	10x14
Число подвійних ходів сита, хв ⁻¹	45
Встановлена потужність приводу, кВт	1,1
Габаритні розміри, мм:	
- довжина	1810
- ширина	1920
- висота	2880
Маса, кг	1000
<i>Основні параметри та розміри просіювача</i>	
Витрата повітря, м ³ /год	7000
Частота коливань кузова, кол./хв	960
Встановлена потужність приводу, кВт	0,08
Габаритні розміри, мм:	
- довжина	890
- ширина	390
- висота	680
Маса, кг	42

Умови випробувань відповідали вимогам нормативної документації [8].

Продуктивність лінії 4500 кг/год, температура продукту на виході з гранулятора - 85 °С. Після виходу з охолоджувача температура гранул становить 40°С. Готовий продукт, який надходить на складування має вологість 11,2%. Температура гранул 12,2 °С.

Результати оцінювання лінії гранулювання ГТЛ наведені в таблиці 4.

Таблиця 4 – Результати оцінювання лінії гранулювання ГТЛ

Показник	Значення показника
Продуктивність під час гранулювання матеріалів в гранули діаметром 8,0 мм, кг/год:	
- за годину основного часу	4500
- за годину змінного часу	4050

У результаті випробувань встановлено, що з використанням лінії подрібнення сировини ГТЛП та лінії гранулювання ГТЛ, забезпечується висока якість подрібнення різних видів сировини та отримання високоякісних пелет, які відповідають нормативним вимогам.

Висновки. На шляху нарощування виробництва високоякісних кормових пелет та енергетичних пелет важливим є забезпечення виконання технологічного процесу сучасними технічними засобами.

Використання сучасно обладнаних ліній подрібнення та гранулювання сировини забезпечує отримання високоякісних кормів та альтернативних видів палива.

Література

1. Науково-практичні рекомендації "Заходи і методи стабілізації кормової бази, підвищення ефективності використання кормів та ведення галузі тваринництва", Харків, 2004. - 42 с.
2. Дурст Л., Виттман М. Кормление сельскохозяйственных животных. – Пер. с нем. Под редакцией Ибатуллина И. И., Проваторова Г. В., Винница, «Новая книга», 2003, - 384 с.
3. Кормление высокопродуктивных молочных животных. Карл Л. Девис. США, Университет Иллинойса, 2008, - 54 с.
4. Качественные корма для молочного скота. Майкл Брук. Материалы III международной конференции «Молочные реки», АТЗТ «Агрор-Союз», 2007. – С. 26-29.
5. Справочник по качеству кормов. / Сост. В. И. Гноевой. Под ред. А. А. Омеляненко. – К.: Урожай, 1985. – 192 с.
6. Щеглов В. В., Боярский Л. Г. Корма: Приготовление, хранение, использование. Справочник. – М.: Агропромиздат, 1990. – 255 с.
7. Протокол державних приймальних випробувань дослідного зразка лінії подрібнення сировини ГТЛП-2 № 01-25-2015 від 30 листопада 2015р. / УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого. - Дослідницьке, 2015. - С. 44.
8. Протокол державних приймальних випробувань технічного засобу для АПК лінії гранулювання ГТЛ № 1988/0701-01-2015 від 17 грудня 2015 р. / УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого. - Дослідницьке, 2015. - С. 45.

Аннотация

В статье рассмотрены особенности технологий измельчения и гранулирования биомассы (соломы, сена, опилок и другого сырья), новейшие технические средства в составе линии измельчения сырья ГТЛП и линии гранулирования ГТЛ, их конструкционные особенности и показатели качества выполнения технологического процесса. По результатам исследований установлено, что использование современных линий измельчения и гранулирования сырья обеспечивает высокое качество

измельчения различных видов сырья и получение высококачественных пеллет (гранул), кормов и альтернативных видов топлива..

Summary

The features of technologies of grinding and granulation of biomass (straw, hay, sawdust and other raw materials) are considered in the article, the newest technical means in the grinding line of raw materials of GTLP and granulation lines of GTL, their structural features and performance indicators of the technological process are considered. According to research results, the use of modern lines of grinding and granulation of raw materials provides high quality of grinding of different types of raw materials and obtaining of high-quality pellets (granules), feeds and alternative kinds of fuel.

УДК 662.93:006.86

ТВЕРДОПАЛИВНІ КОТЛИ: ОГЛЯД, КЛАСИФІКАЦІЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАНЬ

А. Шулик,
УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

У статті викладено огляд твердопаливних котлів, розглянуто їх класифікації за групами, за результатами останніх випробувань зроблено аналіз твердопаливних повітряних і водяних котлів ТГУ, виробником яких є ТДВ «Макагротех». Детальний аналіз переваг і недоліків розглянутих котлів допоможе споживачу зробити правильний вибір відповідно до своїх потреб та умов.

Ключові слова: *твердопаливний котел, котел з ручною подачею палива, котли з автоматичною подачею палива, технічні характеристики твердопаливних котлів.*

Вступ. Створення та реконструкція котлів для промислової та комунальної теплоенергетики, де як паливо використовують біомасу, вимагає проведення досліджень технологій спалювання, методів підвищення енергетичної ефективності та екологічної безпеки такого обладнання. Залежно від прийнятої технології спалювання визначаються основні конструкційні особливості котла: розміри і конфігурація топкової камери, ступінь екранування, спосіб очищення поверхні нагріву, система золовловлювання і золовидалення, спосіб інтенсифікації теплообміну в конвекторі, організація подачі повітря на горіння (одноступенева, двоступенева, тріступенева).

Мета досліджень. Систематизація інформації щодо конструкційних особливостей і результатів останніх випробувань котлів.

Результати досліджень. Щоб вибрати котел треба хоча б мати уявлення про цей вид опалення. Усі твердопаливні котли можна розділити на дві групи:

- з автоматичною подачею палива
- з ручною подачею палива

Котли з автоматичною подачею палива ще по іншому називають «пелетними котлами». Назва пішла від виду палива, яке використовують. Котли з автоматичним завантаженням палива мають найвищий ступінь автоматизації. Паливо у вигляді гранул або пелет завантажується у спеціальний бункер і звідти в міру потреби подається в котел. Коефіцієнт корисної дії (ККД) у цього типу котлів – найвищий і за правильного використання та установки може досягати 90%. До таких котлів можна не

підходити тижнями, а температура буде зберігатись на необхідному рівні. Такий тип відноситься до котлів тривалого горіння [1].

Котли з ручним завантаженням палива можна розділити ще на три групи:

1. Традиційні котли
2. Піролізні котли
3. Котли тривалого горіння

Традиційні котли випускаються вже досить давно, ще з минулого століття. За цей час вони не зазнали якихось революційних змін. У цих котлах застосовується традиційне паливо: дерево, вугілля, торф. До недоліків такого виду котлів відноситься його часте обслуговування, тому що протягом дня його необхідно 2-4 рази дозавантажувати. ККД таких котлів невисокий і з трудовими затратами досягає 70 %. Але у цього виду котлів є і деякі переваги: вони мають невелику вартість і достатньо прості у монтажу.

Піролізні котли – це вже відносно нова конструкційна модель твердопаливних котлів. Принцип їх роботи полягає не в згоранні самої деревини, а газу, який з неї виділяється завдяки високій температурі та малій кількості кисню в топці. До переваг таких котлів порівняно з традиційними можна віднести таке: повніше прогорання палива істотно збільшується його ККД. Цей вид котлів потребує дозавантаження 2-3 рази на добу. Проте є і недоліки. Для ефективної роботи таких котлів необхідно використовувати дрова вологістю до 20 % і вартість їх буде вища ніж у звичайних. Також висока вартість таких котлів обумовлена складністю конструкції і використанням спеціальних високотемпературних матеріалів.

Котли тривалого горіння. Це один з найефективніших і найякісніших твердопаливних котлів. Принцип його дії істотно відрізняється від інших. До переваг відноситься високий ККД, а саме біля 90 %. Робота на дровах вологістю до 30 % потребує обслуговування лише один раз на день. Якщо використовувати брикети як паливо, то він потребуватиме дозавантаження лише один раз на три дні. А якщо його завантажувати вугіллям, то до нього можна не підходити від 4 до 7 днів, але все це можливо тільки за правильної експлуатації і монтажу. Також основною перевагою є можливість регулювання потужності, завдяки чому підвищується ККД. Але існують і недоліки серед усіх плюсів. Основним і найголовнішим недоліком є складність монтажу і далеко не кожен може з цим упоратись. Також необхідні додаткові пристрої для нормального функціонування. Ну і, звичайно ж, вища вартість порівняно з традиційними котлами.

На цей час існує великий вибір виробників, які пропонують придбати якісні і відносно недорогі котли. Наприклад котли марки ТГУ, виробником яких є ТДВ «Макагротех», – якісні, відносно недорогі і конструкційно прості. Вони виробляються у двох модифікаціях: котли ТГУ, в яких теплоносієм є повітря (рис. 1), і котли ТГУ В, теплоносієм в яких є вода (рис. 2). Перший тип (повітряний) призначений для повітряного опалення громадських та

виробничих приміщень, приміщень для утримання тварин, птиці, сушильних камер тощо [5].

Котли ТГУ відрізняються від інших подібних установок тим, що в них передбачена можливість спалювання оксиду вуглецю у високотемпературній камері, що дає можливість одержання додаткового тепла, підвищення ККД і зменшення шкідливих викидів (табл. 1).



Рисунок 1 – Загальний вигляд теплогенератора ТГУ-1200



Рисунок 2 – Загальний вигляд теплогенератора ТГУ-800В

Таблиця 1 – Основні технічні характеристики теплогенераторів ТГУ (повітряні)

№ п/п	Найменування параметра	Значення показника*			
		ТГУ-600	ТГУ-800	ТГУ-1000	ТГУ-1200
1	Діаметр топки, мм	600	800	1000	1200
2	Максимальна теплова потужність, кВт	15	30	60	90
3	Номінальна теплова потужність, кВт	12	25	50	70
5	Довжина топки, мм (не менше)	900	900	1100	1100
6	Об'єм топки, л	100	150	700	1100
7	Діаметр димоходу, мм	150	150	200	200
8	Висота димоходу, м (не менше)	7	7	7	7
9	Маса, кг (не більше)	450	550	850	1100

* – за даними виробника

Високу якість і технологічність водяних котлів ТГУ підтверджено і останніми випробуваннями [4], проведеними на території Макарівського держлісгоспу (с. Забуяння Макарівського району Київської області). Результати випробувань наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Технічні показники та показники якості виготовлення ТГУ типу В

№ п/п	Показник	Значення показника за даними	
		НД*	випробувань
1	Теплопродуктивність, Ккал/год(кВт)	Не менше 22400	3000(35)
2	Температура нагрітого повітря при температурі навколишнього середовища 0-10 °С	Від 85 до 100	91
3	Максимальна теплова потужність, кВт	Не більше 30	30
4	Номінальна теплова потужність, кВт	26	26
5	Витрати палива, кг/год	Не більше 12	12
1	2	3	4
6	Габаритні розміри, мм:	Не більше 1250	
	- довжина	Не більше	1200
	- ширина	980	900
	- висота	Не більше 1750	1450
7	Місткість камери завантаження, л	140	140
8	Ширина завантажувального отвору, мм	Не менше 160	160
9	Висота завантажувального отвору, мм	Не менше 140	140
10	Маса /без палива/, кг	Не більше 550	2700*

* – теплогенератор прийнятий на випробування у змонтованому стані – показник прийнятий за даними виробника

Згідно з результатами економічної оцінки теплогенератора ТГУ-800В (водяний) затрати праці на експлуатацію теплогенератора становлять 2 люд.-год/Гкал, прямі експлуатаційні витрати — 115,56 грн/Гкал [6]. За умови закупівлі паливного матеріалу за ціною 800 грн/т витрати на отримання 1 Гкал тепла становитимуть 435,56 грн/Гкал. Для порівняння: вартість 1 Гкал тепла згідно з даними у м. Львів для населення становить 1041 грн. [4]

Окрім невисокої вартості котлів типу В, можна відмітити багато переваг, таких як:

- процес згорання не потребує електроенергії, що стане дуже актуальним у місцевостях, де відсутня електроенергія;
- ручне завантаження, що дає гарантію безперебійної роботи навіть за умов виходу з ладу механізмів регулювання подавання палива та знеструмлення;
- доступ до всіх деталей установки, що спрощує експлуатацію та ремонт;
- простота обслуговування, що виключає необхідність присутності висококваліфікованого персоналу та його спеціальної підготовки;
- великий об'єм камери спалювання, що забезпечує безперервний режим роботи від 6 до 14 годин на одному завантаженні;
- широкий вибір використовуваного палива: від дров з різним рівнем вологості до лушпиння;
- використовуються в системах повітряного, водяного та комбінованого опалення;
- можуть нагрівати воду для виробничо-технічних та побутових потреб;
- можливість утилізації відходів рослинного і тваринного походження [2].

Висновки. Підвищення комунальних тарифів на теплову енергію, спонукає українців все більше задумуватись над придбанням вищевказаного обладнання. Асортимент твердопаливних котлів на ринку стає ширшим. Збільшення попиту на придбання твердопаливних котлів споживачем, збільшує пропозицію від виробників такого типу обладнання, цінова політика виробника змінюється у бік зменшення цін.

Література.

1. Інтернет-ресурс (<http://bbm.com.ua/ua/blog/vidy-tverdotoplivnyh-kotlov-obzor-i-klassifikatsiya>).
2. Інтернет-ресурс (http://www.macagrotech.com/index.php?option=com_content&task=view&id=138&Itemid=218).
3. Інтернет-ресурс (<http://www.ingas.org.ua/index.files/Page9745.htm>)
4. Інтернет-ресурс (<http://lviv.vgorode.ua/news/kommunalka/299158-lvivianynu-na-zamitku-skilky-dovedetsia-platyty-za-komunalku-z-1-lypnia>).
5. ТУ У 29.3-744379-001:2005 «Теплогенератори ТГУ-600, ТГУ-800, ТГУ-1000, ТГУ-1200».
6. Протокол державних приймальних випробувань технічного засобу для АПК № 2103/1601-01-2016.
7. Протокол сертифікаційних випробувань № 01-20С-2017.

Аннотация.

В статье изложен обзор твердотопливных котлов, рассмотрены их классификации по группам, по результатам последних испытаний сделан анализ твердотопливных воздушных и водных котлов ТГУ, производителем которых является ОАО «Макагротех». Детальный анализ преимуществ и недостатков рассмотренных котлов поможет потребителю сделать правильный выбор в соответствии со своими потребностями и условиями.

Summary.

The article describes the review of solid fuel boilers, their classification by groups, their results, and the analysis of solid fuel air and water boilers TSG produced by the MAGROTECH TPD. A detailed analysis of the advantages and disadvantages of the considered boilers will help the consumer to make the right choice according to their needs and conditions.

ЗМІСТ

№ п/п	Назва статті	№ стор.
Сільськогосподарська техніка та інформаційно-керівні засоби: випробування, прогнозування, конструювання		
1.	<i>В. Кравчук, В. Погорілий, М. Подригало, С. Ле С. Лебедев, А. Коробко</i> ДИВЕРСИФІКАЦІЯ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ В УМОВАХ РЕФОРМУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ДОПУСКУ ПРОДУКЦІЇ НА РИНОК.....	4
2.	<i>Н. Бакач, Ю. Саланура, Э. Дыба</i> МЕХАНИЗАЦІЯ СЕЛЬСЬКОГО ХОЗЯЙСТВА КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ.....	15
3.	<i>В. Кравчук, О. Митрофанов</i> СИСТЕМНА СТРУКТУРИЗАЦІЯ ПРОЕКТНО- ОРІЄНТОВАНИХ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДОЛОГІЇ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ IDEFO.....	22
4.	<i>В. Рублёв</i> К ИСТОРИИ СТАТИСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ В СИСТЕМЕ МАССОВОГО ПРОИЗВОДСТВА ТЕХНИКИ.....	30
5.	<i>В. Войтюк, О. Демко, І. Rogovський,</i> ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ.....	38
6.	<i>В. Шейченко, І. Дудніков, А. Кузьмич, М. Шевчук,</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕМІЩЕННЯ ЗЕРНО-СОЛОМИСТОЇ МАСИ БАРАБАНОМ ІЗ УПОРАМИ.....	49
7.	<i>Д. Калініченко, І. Rogovський,</i> АНАЛІТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ДИНАМІЧНОСТІ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ.....	55
8.	<i>О. Мачуга, Я. Сало, Я. Ценюх</i> ОСОБЛИВОСТІ ПРОГРАМИ ВИПРОБУВАНЬ ЛІСОВОЇ ТЕХНІКИ, ЯКА ЕКСПЛУАТУВАТИМЕТЬСЯ НА ТЕРИТОРІЇ З УХИЛОМ: СТІЙКІСТЬ ТА ТЯГОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ....	62
9.	<i>Л. Тітова, І. Rogovський</i> ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІДНОВЛЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ МАШИН ДЛЯ ЛІСОТЕХНІЧНИХ РОБІТ.....	72

10.	<i>С. Маринін, А. Кушнар'єв, Л. Мариніна</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ФОРМИ ВИКОПУВАЛЬНОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ.....	81
11.	<i>С. Смолінський</i> ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ СПІРАЛЬНОГО ОЧИСНИКА В КОНСТРУКЦІЇ ДВОРЯДНОГО КАРТОПЛЕКОПАЧА.....	88
12.	<i>В.Голиков, А.Усманов, А.Рзалиев, В.Артамонов</i> ОБОСНОВАНИЕ КОМПЛЕКСОВ МАШИН ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И УБОРКИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ.....	93
13.	<i>І. Сторожук</i> АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ РОЗКИДАННЯ ГИЧКИ ШНЕКОВИМ КОНВЕЄРОМ ГИЧКОЗБИРАЛЬНОГО МОДУЛЯ.....	103
14.	<i>Є. Калінін, В. Романченко, Ю. Козлов</i> АНАЛІЗ КОЛИВАНЬ ТРИСЕКЦІЙНОГО БЕЗЗЧІПНОГО КУЛЬТИВОТОРА В ПОВЗДОВЖНЬО-ВЕРТИКАЛЬНІЙ ПЛОЩИНІ.....	113
15.	<i>О. Митрофанов, В. Малярчук, І. Лілевман, О. Лілевман, М. Стародубцева</i> РОЗРОБЛЕННЯ ТА ПРОВАЙДИНГ СТЕНДА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РІВНОМІРНОСТІ РОЗПОДІЛУ НАСІННЯ В РЯДКУ СІВАЛКАМИ ТОЧНОГО ВИСІВУ.....	122
16.	<i>Т. Гайдай</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ АВТОНОМНОГО ВИСІВНОГО МОДУЛЯ КОТУШКОВОГО ТИПУ ДЛЯ СІВБИ ДРІБНОНАСІННЄВИХ КУЛЬТУР.....	131
17.	<i>Р. Кісільов, І. Сисоліна</i> УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ КОМБІНОВАНОГО ЗМІШУВАЧА КОРМІВ.....	143
18.	<i>С. Лебедєв, А. Коробко, М. М'ясушко, Ю. Козлов</i> УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ВИМІРЮВАННЯ КУТА ПОПЕРЕЧНОЇ СТІЙКОСТІ МОБІЛЬНИХ І ПРИЧІПНИХ МАШИН.....	149
19.	<i>А. Коробко, М. Подригало, О. Туренко</i> РЕЗУЛЬТАТИ ГАЛЬМІВНИХ ВИПРОБУВАНЬ МОБІЛЬНИХ МАШИН.....	155
20.	<i>О. Гапоненко</i> ЗВ'ЯЗОК ХАРАКТЕРИСТИК ДІЇ НЕРІВНОСТЕЙ ҐРУНТУ З КОЛИВАННЯМИ ҐРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТУ.....	162
21.	<i>І. Колеснік</i> ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ РУХУ ТРАНСПОРТНОГО АГРЕГАТА ЗАВДЯКИ ВИКОНАННЮ ПРОФІЛАКТИЧНИХ РОБІТ РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ.....	169

22.	<i>В. Кравчук, В. Погорілий, С. Афанасьєва, Т. Цема, М. Оситняжський, І. Горбатова</i> ДО ПИТАННЯ ЗАТВЕРДЖЕННЯ ТИПУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТА ЛІСОГОСПОДАРСЬКИХ ТРАКТОРІВ, ПРИЧЕПІВ, ПРИЧІПНИХ МАШИН.....	175
Новітні технології в АПК: дослідження та управління		
23.	<i>В. Кравчук, Г. Баранов, О. Прохоренко</i> МЕТРИЗАЦІЯ РЕСУРСНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СТІЙКОСТІ АГРОВИРОБНИЦТВА ЗА УМОВ РИЗИКОВАНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА.....	191
24.	<i>В. Крутякова, В. Бельченко, М. Новохацький, В. Таргоня, В. Куянов, В. Маласай</i> КОНЦЕПЦІЯ СТВОРЕННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ БАГАТОРІВНЕВОЇ СЕРТИФІКАЦІЇ БІОЛОГІЧНИХ ТА БІОЛОГІЗОВАНИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ВИРОБНИЦТВ.....	200
25.	<i>М. Новохацький, В. Таргоня, Н. Негуляєва, І. Гусар</i> ДО ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ ПЕРЕХІДНОГО ПЕРІОДУ СТАНОВЛЕННЯ БІОЛОГІЧНИХ АГРОВИРОБНИЦТВ.....	209
26.	<i>Н. Сердюченко, Н. Негуляєва, Р. Душко</i> ЗАХОДИ З АДАПТАЦІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА УКРАЇНИ ДО КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН.....	218
27.	<i>О. Броварець</i> МОДЕЛЬ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ НОРМОЮ ВНЕСЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО МАТЕРІАЛУ (МІНЕРАЛЬНИХ ТА ОРГАНІЧНИХ ДОБРІВ) ЗАЛЕЖНО ВІД АГРОБІОЛОГІЧНОГО СТАНУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАЛЕЖНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА.....	225
28.	<i>Н. Сердюченко, А. Сердюченко</i> ВИКОРИСТАННЯ КОМПЛЕКСНИХ ПОКАЗНИКІВ ПОСУШЛИВОСТІ З МЕТОЮ АГОРОМОНІТОРИНГУ.....	238
29.	<i>Г. Мудрак, Н. Ковка</i> ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ МЕРЕЖІ....	247
30.	<i>М. Новохацький, В. Крутякова, В. Таргоня, Н. Нілова, І. Гусар</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ БІОПРЕПАРАТІВ НА РОЗВИТОК ХВОРОБ НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ КОЛОСОВИХ ТА ЇХ РІСТ У РІЗНИХ ТЕМПЕРАТУРНИХ УМОВАХ.....	253
31.	<i>М. Новохацький</i> ОПТИМІЗАЦІЯ УМОВ ФОТОСИНТЕЗУ АГРОЦЕНОЗІВ СОЇ ТА ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИНАМИ ЙОГО ПРОДУКТІВ.....	258

32.	<i>Р. Войтович, А. Шувар</i> ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РІЗНИХ СПОСОБІВ ЗБИРАННЯ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО.....	268
33.	<i>В. Малярчук</i> ВПЛИВ СПОСОБІВ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКА ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ CLEARFIELD.....	273
34.	<i>Г. Литвинюк</i> ВПЛИВ ПОГОДНИХ УМОВ НА ПОЛЬОВУ СХОЖІСТЬ НАСІННЯ КВАСОЛІ ОВОЧЕВОЇ (ЦУКРОВОЇ) ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКІВ СІББИ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ.....	277
35.	<i>І. Пороховник</i> ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ФЕНОЛОГІЧНИХ ФАЗ РОЗВИТКУ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО.....	282
36.	<i>М. Темченко</i> ВПЛИВ ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ ТА ПОЗАКОРИННЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ НА ГУСТІТУ СТОЯННА ТА ВИСОТУ РОСЛИНИ НУТУ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО.....	287
37.	<i>О. Полутін</i> ВПЛИВ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ НА БІОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ РОСЛИНИ ФІЗІАЛІСА МЕКСИКАНСЬКОГО В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ.....	293
38.	<i>Л. Яковець</i> ЕКОЛОГІЧНА НЕБЕЗПЕКА ЗАСТОСУВАННЯ НАЙПОШИРЕНІШИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ.....	298
39.	<i>Т. Зайцева</i> ВПЛИВ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ЕФЕКТИВНИХ МІКРООРГАНІЗМІВ НА АГРЕГАТНИЙ СКЛАД ҐРУНТУ.....	302
40.	<i>О. Цуркан, Д. Присяжнюк</i> ОЗОНУВАННЯ ЯК ПЕРСПЕКТИВНИЙ СПОСІБ ОБРОБКИ ЗЕРНОВОЇ СИРОВИНИ.....	307
41.	<i>М. Луценко, О. Галай</i> СТВОРЕННЯ КОМФОРТНИХ УМОВ УТРИМАННЯ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ КОРІВ В ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ.....	313
42.	<i>В. Смоляр, Ю. Тютюнник</i> НА ШЛЯХУ СТВОРЕННЯ СІМЕЙНИХ МОЛОЧНИХ ФЕРМ, АДАПТОВАНИХ ДО ВИМОГ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ....	320

43.	<i>О. Кабаченко</i> ХАРАКТЕРИСТИКА СОРБУЮЧИХ РЕЧОВИН, ЯКІ ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ У ПТАХІВНИЦТВІ В УМОВАХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ.....	324
Енергозбереження та альтернативна енергетика		
44.	<i>В. Ветохін, А. Алтибаєв</i> АНАЛІЗ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТУ СТОСОВНО ПРОЦЕСУ УПРАВЛІННЯ ЙОГО СТАНОМ З МІНІМАЛЬНИМИ ВИТРАТАМИ РЕСУРСІВ.....	332
45.	<i>О. Єсінов, І. Колеснік, С. Дворник</i> СТАНДАРТИЗАЦІЯ ТВЕРДОГО БІОПАЛИВА.....	339
46.	<i>В. Погоріла, О. Тихоненко, З. Погоріла</i> ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ РІПАКУ.....	345
47.	<i>Л. Шкоропад, В. Думич</i> ВИРОЩУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ВЕРБИ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ.....	353
48.	<i>Л. Рудик</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ТВЕРДОПАЛИВНИХ КОТЛІВ СЕРІЇ СДК З ВИКОРИСТАННЯМ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ВИДІВ ПАЛИВА..	362
49.	<i>М. Іванов, І. Ковальова, Р. Гречко, В. Закревський, В. Мазуренко</i> УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ МЕХАНІЗМУ РЕГУЛЮВАННЯ ПОДАЧІ НАСОСІВ ТИПУ PVC 1.....	370
50.	<i>Г. Тетівник, С. Твердохліб, Ю. Козлов</i> РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ АЕРОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК І ЕНЕРГОВИТРАТ ДРОБАРКИ МОЛОТКОВОЇ ПНЕВМАТИЧНОЇ ДМП-22.....	378
51.	<i>В. Сліпенька</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПОДРІБНЕННЯ ТА ГРАНУЛЮВАННЯ СИРОВИНИ З ВИКОРИСТАННЯМ НОВІТНІХ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ.....	387
52.	<i>А. Шулик</i> ТВЕРДОПАЛИВНІ КОТЛИ: ОГЛЯД, КЛАСИФІКАЦІЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАНЬ.....	397

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ
ТА ВИПРОБУВАННЯ НОВОЇ ТЕХНІКИ І
ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
УКРАЇНИ

Збірник наукових праць

Заснований в 1981 році

Випуск 21 (35)

Відповідальна за випуск Т. Бабинець
Коректор, перекладач О. Пономаренко,
Комп'ютерна верстка, дизайн С. Царану
Тиражування П. Власюк

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

Підписано до друку 23.08.2017 р. Формат 60х84 1/16
Папір офсетний. Друк офсетний.

Умов. друк. арк. 29,5. Наклад 300 прим. Замовл. № 1/27.
Дільниця оперативного друку УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого

08654, смт Дослідницьке Васильківського району Київської області

Державна наукова установа
«Український науково-дослідний інститут прогнозування та випробування техніки і технологій
для сільськогосподарського виробництва імені Леоніда Погорілого»