

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Таврійський державний
агротехнологічний університет



Проблеми та перспективи сталого розвитку АПК

Матеріали
міжнародної науково-практичної конференції

м. Мелітополь, 7-14 квітня 2015 року

Том 4

Технічні науки
(ч.2)

Мелітополь – 2015

УДК 631.1+631.3

Проблеми та перспективи сталого розвитку АПК: матер. міжнар. наук.-практ. конф., м.Мелітополь, 7-14 квітня 2015 року. – Мелітополь: ТДАТУ, 2015. – Т.5. Технічні науки (ч.2). – 107 с.

Друкується за рішенням Вченої Ради ТДАТУ
Протокол № 9 від 26.05.2015 р.

У збірнику наукових праць опубліковано матеріали, оприлюднені на міжнародній науково-практичній конференції, яка відбулася 07-14 квітня 2015 р. Представлено результати досліджень, проведених у 2014 р. у галузі механізації агропромислового виробництва.

Видання призначене для наукових працівників, викладачів, аспірантів, студентів та фахівців, які спеціалізуються у відповідних або суміжних галузях науки та напрямках виробництва.

Редакційна колегія:

Кюрчев В.М. - д.т.н., проф., ректор ТДАТУ (головний редактор);
Надикто В.Т. - чл.-кор. НААН України, д.т.н., проф. (заступник головного редактора);
Кутьков Г.М. – д.т.н., проф. (Росія); Мітін В.М. - к.т.н., доц. (відповідальний секретар);
Леженкін О. М. - д.т.н. проф.; Малкіна В.М. – д.т.н., проф.;
Панченко А.І. - д.т.н., проф.; Скляр О.Г. - к.т.н., доц.; Тарасенко В.В. - д.т.н., проф.;

Відповідальний за випуск - к.е.н., доц. Прус Ю.О.

Адреса редакції: ТДАТУ

просп. Б. Хмельницького 18,
м. Мелітополь Запорізька обл.
72312 Україна

ISBN 978-966-2672-24-4

ISBN 978-966-2672-27-5

© **Таврійський державний
агротехнологічний університет, 2015**

УДК 631.333.92 : 631.22.018

АНАЛІЗ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТАНТЕНКА

Скляр О.Г., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Summary: in this paper the technique of thermal and thermodynamic calculations of the digester also imposed an analysis of his work.

Keywords: biogas digesters, substrate effluent, heat transfer coefficient, heat loss, exergy.

Постановка проблеми. Розвиток тваринницького підприємства на інноваційній основі припускає виробництво конкурентоздатної продукції за технологією, що забезпечує, визначену цією технологією, собівартість продукції. Втримання підвищення собівартості продукції можливо при вирішенні на тваринницьких підприємствах, перш за все, двох проблем – енергетичною і екологічною, що потребує використання певних технологій.

Застосування технології метанізації органічних відходів на основі анаеробної їх переробки в сільськогосподарському виробництві дозволяє вирішити не тільки екологічні проблеми, що встають перед тваринницькими підприємствами, але і збільшити його рентабельність за рахунок отримання високоякісних органічних добрив і біогазу, придатного для отримання електричної та теплової енергії.

Проте, не дивлячись на перераховані переваги, технологія анаеробної переробки органічних ресурсів тваринницького підприємства ще не знайшла широкого застосування. Це обумовлено наступними чинниками: низькою продуктивністю процесу метаногенерації і, як слід, високою вартістю біогазового обладнання. При цьому низька продуктивність процесу зброджування обумовлена недостатньою енергетичною насиченістю субстрату із-за недосконалого технологічного процесу видалення і зберігання цінного органічного ресурсу. Разом з тим, а це є головним, на сьогодні не вирішено проблему визначення енергетичного балансу між органічною сировиною, біогазом і органічними добривами [1].

Відсутність достовірних даних про енергетичний баланс системи «грунт – корм – тварина – органіка - грунт» і методології обґрунтування параметрів цієї системи методом енергетичної оцінки дозволяє об'єктивно судити про наявність проблеми ефективного використання органічних ресурсів тваринницьких об'єктів, як основного матеріалу підвищення середоформуючих і ресурсопродукуючих функцій екосистеми.

Основні матеріали дослідження. Метантенк – це найбільш енергоємний апарат в технологічній схемі біогазової установки. Проаналізуємо енергетичну ефективність циліндричного метантенка.

Визначено площу поверхні метантенка з плоским покриттям і днищем, показник (темп) охолодження органічного субстрату, ймовірну температуру субстрату в реакторі метанового бродіння, середню температуру субстрату в

*Матеріали міжнародної науково-практичної конференції за результатами досліджень 2014 року
Том 4. Технічні науки (ч.2)*

реакторі за період підігріву, кількість теплоти, необхідну для розігріву субстрату в метантенку.

Обчислимо втрати теплоти в навколишнє середовище. Для цього задаємося середнім за період підігріву значенням температури стінки метантенка.

Знаходимо теплофізичні характеристики субстрату [2,3]

- щільність субстрату, кг/м^3 ,
- теплоємність субстрату, $\text{Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$
- кінематична в'язкість субстрату, $\text{м}^2/\text{с}$.

Знаходимо коефіцієнт тепловіддачі α_{1cm} , $\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$, від субстрату в метантенку до стінки при $\bar{t}_{c.p.}$ і $\bar{t}_{ст.}$

Для того щоб розрахувати коефіцієнт тепловіддачі α_{2cm} , $\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$, від стінки резервуара в навколишнє повітря, конвекцією при швидкості вітру w , м/с , знаходимо число $Re_{пов.}$.

Знаходимо коефіцієнт тепловіддачі k_p , $\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$, від субстрату крізь стінки метантенку в повітря та теплові втрати в навколишнє середовище. Для стаціонарного нагрівача визначаємо час, необхідний для підігріву субстрату в метантенку від ймовірної температури субстрату t_x до температури t_c'' .

Визначаємо середню кількість теплоти $Q_{под2}$, кВт , яка передається субстрату в процесі метанового бродіння в метантенку з системою механічного перемішування та тепловий ККД метантенку.

Термодинамічний розрахунок і аналіз роботи метантенку.

1) Вибір параметрів навколишнього середовища і визначення допоміжних розрахункових величин.

1. Необхідно задатися температурою і тиском навколишнього середовища для зимового періоду роботи біогазової установки T_0 , К ; P_0 , Па .

2. Розрахунки при наступних допущеннях. Перемішувачий пристрій представляє собою мішалку з плоскими лопатями зі сталі, встановленими перпендикулярно до напрямку їх руху. Мішалка складається з трьох пар лопатей, розташованих під гострим кутом відносно один одного. Лопаті закріплено на валу накладками на болтах і на шпонках.

Визначено ефективності процесу метанового бродіння при мезофільному режимі та вихід біогазу.

2) Для визначення суми ексергії, що підводиться до метантенку знаходимо ексергію, кВт , що підводиться до реактору метанового бродіння з субстратом, хімічну ексергію основного потоку субстрату та теплову ексергію основного потоку субстрату.

Визначаємо ексергію, кВт , що підводиться з мережевою водою та потужність, яка підводиться до метантенку, визначається, виходячи з потужності механічного перемішувачого пристрою. Визначаємо суму ексергій на вході в метантенк.

3) Для визначення суми ексергії, кВт , на виході з метантенку знаходимо ексергію ефлюенту; кількість ексергії, що відводиться від метантенка з гарячою

мережевою водою в одиницю часу; ексергію біогазу; суму ексергій на виході з метантенку; ексергетичний ККД.

Висновки. В результаті енергетичної ефективності метантенка нами обрано параметри навколишнього середовища та отримані залежності теплового балансу в метантенку; ефективності процесу метанового бродіння при мезофільному режимі; суми ексергії, що підводиться до метантенку.

Література.

1. Скляр О.Г. Аналіз методів визначення часу перебування та навантаження на метантенк/ О.Г. Скляр, Р.В. Скляр //Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. - Вип. 148. – С. 405-412.
2. Баадер В. Биогаз: теория и практика/ В. Баадер, Е. Доне, М. Бренндерфер. - М.: Колос, 1982. – 148 с.
3. Руководство по биогазу. От получения до использования/ Агенство по возобновляемым ресурсам.- 5-е изд., перераб. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://esco-ecosys.narod.ru/2012_9/art272.pdf.

ОБРОБКА ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ СКЛАДАННЯМ ВИЗНАЧАЛЬНИХ ТАБЛИЦЬ

Дашивець Г.І., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Для вдосконалення методів, способів і обладнання в ремонтно-обслуговуючому виробництві використовується цілеспрямоване збирання і обробка інформації. Джерела інформації можна підрозділити на дві групи:

– параметричні, які містять інформацію про існуючі або розроблені до стадії дослідної перевірки технологічних процесах і обладнанні, представлені конкретними числовими значеннями параметрів (це державні, галузеві стандарти; керівні технічні матеріали; експлуатаційні документи на обладнання очищення і документи на технологічні процеси; методичні рекомендації, довідники, статті, технічні звіти, проспекти, каталоги і інша науково-технічна література);

– непараметричні, які містять інформацію про нові технічні рішення, ідеї без значення параметрів або з числовими значеннями, обумовленими розрахунковим шляхом, але ще що не одержали практичного підтвердження (патенти, авторські свідоцтва; звіти про науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи, технічні проекти, робочі проекти).

Обробка інформаційних джерел заснована на використанні визначальних таблиць, які є узагальненим зведенням технічних вимог до прогнозованого способу і пристрою, що дозволяє перетворити їх якісний опис у кількісну оцінку.

На основі аналізу інформації формулюється основна мета прогнозування. Визначальна таблиця складається з характеристик, позицій, базисних і остаточних оцінок.

Характеристики або цілі прогнозування є вимогами до складових частин прогнозованого об'єкта по певній групі показників. Кожну з характеристик розчленовують за значенням на позиції.

Базисну оцінку позицій виконують в балах. Мінімальна оцінка позиції повинна відповідати технічним рішенням нульового рівня новизни, а максимальна – якісно новим технічним рішенням. Остаточну оцінку позиції одержують як добуток базисної позиції на абсолютну вагу характеристики.

Визначальна таблиця представляється у вигляді квадратичної матриці.

При порівнянні джерела інформації з таблицею по кожній характеристиці визначається оцінка позицій і обчислюється коефіцієнт інженерно-технічної значущості, що дозволяє кількісно оцінити кожний з джерел інформації і вибрати найбільш перспективні технічні рішення.

УДК.635.64:631.55

ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЧОТИРИБОЙКОВОГО КУВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ

Коломієць С. М., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

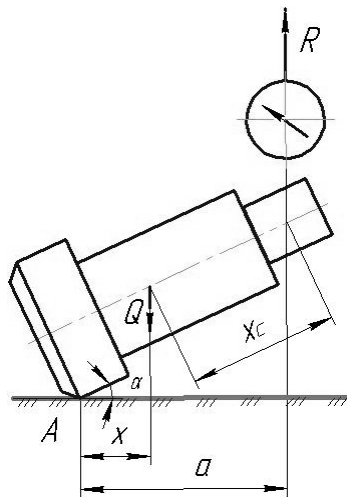
Summari: the article presents the analysis of the status and results of research of characteristics of sotiropoulou forging device.

Keywords: radial forging, cotribuicao device, the center of gravity, moment of inertia.

Постановка проблеми. У наш час для виробництва поковок з подовженою віссю використовуються радіально-обтискні машини. Задачу одержання високоякісних поковок методом радіального кування на універсальних кувальних пресах вирішують за допомогою багатобойкових кувальних пристроїв. Найбільшого поширення набув чотирибойковий кувальний пристрій, який на сьогодні досліджений недостатньо [1, 2, 3].

Основні матеріали досліджень. При проектуванні чотирибойкових кувальних пристроїв з механізмами обтиску важливо знати положення центра ваги рухомих бойків при різноманітному положенні відносно заготовки.

Центр ваги рухомого бойка визначаємо методом зважування (рис.1).



R – сила, яка діє на боек; Q – сила ваги бойка; x_c – відстань від точки підвісу до центра ваги бойка; α – кут нахилу бойка; x – відстань від точки дотику до центра ваги бойка; a – відстань від точки підвісу до точки дотику бойка

Рис. 1 - Визначення положення центра ваги бойка методом зважування.

Рівняння моментів набуває вигляду

$$\sum M(A) = 0; \quad -Qx + Ra = 0; \quad x = \frac{Ra}{Q}.$$

Положення центра ваги визначає відстань x_c

$$x_c = \frac{a - x}{\cos \alpha} = \frac{a(Q - R)}{Q \cos \alpha}.$$

Для розрахунку кувального пристрою необхідно знати моменти інерції при різноманітних положеннях бойків. Момент інерції маси кувального пристрою визначаємо методом крутильних коливань на біфілярному підвісі. Положення бойків встановлюємо у відповідності до виконуваних технологічних операцій.

Момент інерції кувального пристрою визначаємо за формулою [4]

$$I = \frac{mgh^2}{4H_y \omega^2},$$

де m – маса кувального пристрою;

g – прискорення вільного падіння;

h – відстань між нитками біфілярного підвісу кувального пристрою;

H_y – умовна довжина біфіляра;

ω – частота коливань кувального пристрою на біфілярному підвісі.

Кругова частота ω

$$\omega = \frac{2\pi}{T},$$

де T – період коливань кувального пристрою на підвісі.

Тоді формула приймає вигляд

$$I = AT^2; \quad A = \frac{mgh^2}{16\pi^2 H_y}.$$

Умовну довжину біфілярного підвісу визначаємо за формулою

$$H_y = H - 2\sqrt{\frac{EI_1}{mg}},$$

де H – довжина біфіляра;

E – модуль пружності 1 роду для матеріалу, з якого виготовлено біфілярний підвіс;

I_1 – момент інерції площі поперечного перерізу біфілярного підвісу.

Таким чином, при відомих параметрах кувального пристрою і біфілярного підвісу вимірюють час десяти повних крутильних коливань кувального пристрою на біфілярі. При проведенні експериментальних досліджень момент інерції кувального пристрою відносно вертикальної осі визначали при різноманітних вильотах бойків.

Висновки. Положення центра ваги кувального пристрою при переміщенні бойків змінюється в незначній мірі. Момент інерції кувального пристрою відносно вертикальної осі суттєво залежить від положення бойків. Положення бойків кувального пристрою характеризується розміром, який змінювався від мінімального до максимального значення. При зменшенні вильоту бойків від максимального до мінімального момент інерції кувального пристрою відносно вертикальної осі значно зменшується.

Література.

1. http://metchiv.ru/radialnaya_kovka.html.
- 2 <http://fdforging.com/products/2/video>.
- 3 <http://www.ruscastings.ru/work/168/5618/5657/7678>.
- 4 Гернет М.М. Определение моментов инерции / М.М. Гернет. – М.: Машиностроение, 1969. – 247с.

УДК 631.171.075.4

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИСОКОЕФЕКТИВНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА ШЛЯХОМ ПОЛІПШЕННЯ РІВНЯ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ

Болтянська Н.І., к.т.н.,

Болтянський О.В., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Анотація – у статті розглянуто роль технічного сервісу при забезпеченні високоефективного функціонування технологічного процесу виробництва продукції тваринництва та приведено співвідношення відмов по вузлах і елементах стійлового устаткування.

Ключові слова – технічний сервіс, функціонування технологічного процесу, виробництво сільськогосподарської продукції, відмови, вузли і елементи стійлового устаткування.

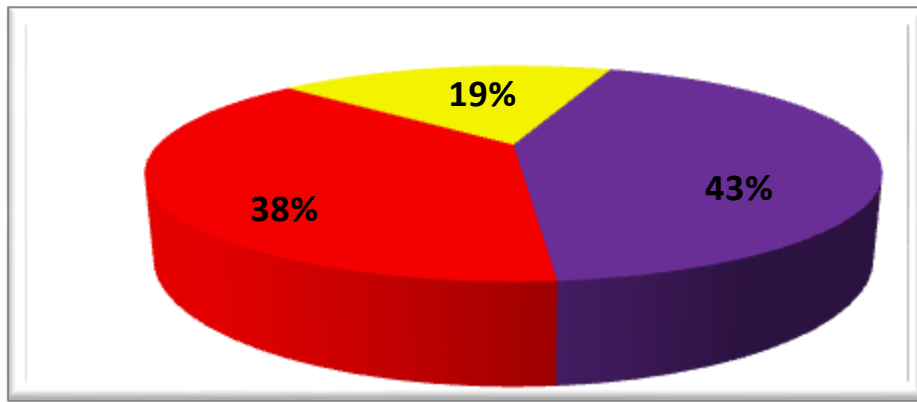
Постановка проблеми. Економічна криза 90-х років минулого століття негативно вплинула на стан технічного забезпечення аграрного сектору. Основними видами техніки сільгосптоваровиробники забезпечені на 40...50% від нормативного рівня. Машинно-тракторний парк постійно скорочується. За останні 15 років кількість техніки скоротилася майже удвічі і не відповідає технологічній потребі. В результаті цього значно зросло навантаження на техніку, через що порушуються вимоги агротехніки щодо термінів та якості виконання робіт [1- 3].

Основна частина. Питання технічного сервісу машин в тваринництві стають особливо актуальними у зв'язку з впровадженням систем з високою мірою автоматизації і механізації технологічного процесу, у тому числі і роботизації. Знову створені сільськогосподарські організації і агрохолдинги оснащені новітнім технологічним устаткуванням зарубіжного виробництва, обслуговування якого повинне здійснюватися спеціально підготовленими сервісними інженерами із застосуванням спеціального діагностичного устаткування. При експлуатації технологічного устаткування, відповідно до технічної документації, вимагається виконання діагностики, профілактики і обслуговування усіх систем технологічного устаткування, а також їх регулювання.

Аналітичний огляд відмов і зносу устаткування проводився відповідно до переліку технологічного устаткування ферм скотарств і комплексів, приведеним у відповідному реєстрі.

Стійлове устаткування ферм скотарств більшою мірою схильне до корозійного зносу. Це технічно нескладне технологічне устаткування, в якому відсутні деталі, що труться.

На рис. 1 приведено співвідношення відмов по вузлах і елементах стійлового устаткування.



- Рама стійла, металеві огорожі, труби
- Ланцюги
- Фурнітура, кріпильні з'єднання, підлоги, килимки для лежання

Рис. 1 - Співвідношення відмов по вузлах і елементах стійлового устаткування

Так, в 43% випадків відмови пов'язані з несправністю самих стійл, металевих огорожень. У 38% випадків відмічені несправності ланцюгів (їх обриви), а в 19% випадків відмови сталися внаслідок зносу кріпильних з'єднань.

Ремонт стійлового устаткування здійснюється власними силами тваринницьких підприємств. Основними способами ремонту є проведення зварювальних робіт, заміна зношених частин устаткування і кріплень. У вартість проведення ремонту входять витрати на придбання витратних матеріалів - арматура, кріплення, електроди і т.д.

Висновок. Технічний сервіс - це не лише забезпечення запасними частинами, ремонт і відновлення сільськогосподарських машин, але і постійне вивчення кон'юнктури ринку (попиту і пропозиції), забезпечення високоефективного функціонування технологічного процесу виробництва сільськогосподарської продукції за допомогою підбору оптимальних технічних рішень і їх впровадження у виробничий процес (постачання, передпродажна підготовка, монтаж і пусконаладка, гарантійне і постгарантійне технічне обслуговування і ремонт, навчання персоналу).

Таким чином, технічний сервіс - це система впровадження сучасних і прогресивних технічних рішень і забезпечення їх ефективної, безперебійної роботи протягом усього періоду експлуатації.

Література.

1. Гуков Я.С. Наукове забезпечення формування державної політики стосовно відтворення та оновлення матеріально-технічної бази агропромислових підприємств / Я.С. Гуков // Механізація та електрифікація сільського господарства: міжвідомч. тем. наук. зб. – Глеваха : ННЦ “ІМЕСГ”, 2008. – Вип. 92. – С. 13–25.

2. Про систему інженерно-технічного забезпечення АПК України: Закон України від 5 жовтня 2006 р. № 229-V // *Голос України*. – 2006. – 17 листопада. – С. 10–11.
3. Концепція розвитку технічного сервісу в АПК України / Я.С. Гуков, М.В. Молодик, А.М. Моргун [та ін.]. – Глеваха: ННЦ “ІМЕСГ”, 2004. – 59 с.
4. Україна у цифрах у 2008 році. Статистичний збірник / За ред. О.Г. Осауленка. – К., Державне підприємство «інформаційно-аналітичне агентство», 2009. – 259 с.
5. Лімонт А.С. Теоретичні основи забезпечення працездатності машин. Навч. посіб./А.С.Лімонт. — Житомир: ДАУ, 2008. — 420 с.

УДК 631.37

МОДЕЛЮВАННЯ ПЛОСКО-ПАРАЛЕЛЬНОГО РУХУ СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЧНОГО ЗАСОБУ ДЛЯ КОЛІЙНОЇ СИСТЕМИ ЗЕМЛЕРОБСТВА У ПОЗДОВЖНЬО-ГОРИЗОНТАЛЬНІЙ ПЛОЩИНІ

Кувачов В.П., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Summary: presents the results of theoretical studies modeling the motion of a wide span tractor for controlled traffic farming in the horizontal plane with different ways of its management.

Keywords: Controlled Traffic Farming, Wide Span Tractor, theoretical modeling, movement in the horizontal plane.

Постановка проблеми. Перехід сільськогосподарського виробництва на новий технологічний рівень, який ґрунтується на принципах колійного та мостового землеробства (або Controlled Traffic Farming) на базі спеціалізованих ширококолійних енерготехнологічних засобах (або Wide Span Tractor) є досить актуальним питанням. Автоматизація і роботизація останніх дозволяє забезпечити оптимальні технологічні, енергетичні, техніко-економічних та інших показники роботи.

Згідно вимог автоматизації спеціалізовані ширококолійні засоби механізації доцільно підчиняти принципам функціонування координатно-транспортної системи, що принципово відрізняє умови та принципи їх водіння від традиційних мобільних енергетичних засобів.

Система автоматичного керування рухом таких спеціалізованих агрозасобів повинна здійснювати вибір значень параметрів керуючого впливу в залежності від величини характерних відхилень від заданої траєкторії. При цьому слід відшукати оптимальний алгоритм роботи системи керування спеціалізованими агрозасобами спираючись на принцип суперпозиції.

Основні матеріали дослідження. При математичному моделюванні руху спеціалізованого енерготехнологічного агрозасобу в горизонтальній площині модель його функціонування, як динамічної системи, розглядали у вигляді реакцій на вхідні керуючі і збурюючі впливи, які однозначно визначають у першому випадку - керованість, а у другому - стійкість його руху.

Теоретичні дослідження, синтез конструктивних схем, параметрів і режимів роботи спеціалізованого агрозасобу здійснювали шляхом моделювання на ПЕОМ умов їх функціонування. В основу досліджень покладено положення теоретичної механіки, теорії мобільних енергетичних засобів, статистичної динаміки та теорії автоматичного регулювання лінійних динамічних систем при відтворенні ними статистично випадкових керуючих та збурювальних вхідних впливів.

Керування агрозасобом, суто гіпотетично, можна будувати за трьома способами здійснення повороту:

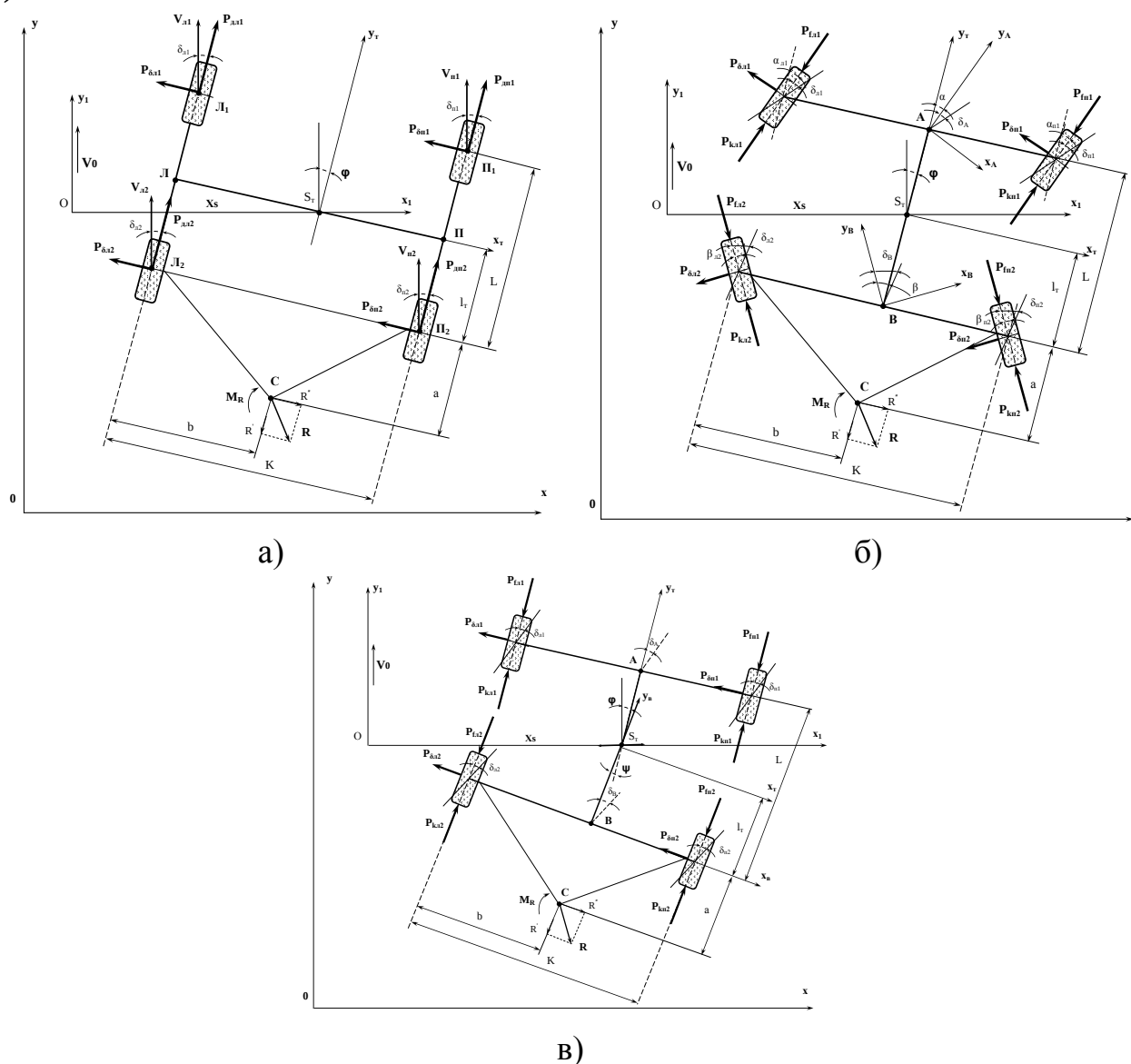
*Матеріали міжнародної науково-практичної конференції за результатами досліджень 2014 року
Том 4. Технічні науки (ч.2)*

1) силовий (бортовий) поворот - реалізується різної рушійною силою на колесах різних сторін агрозасобу;

2) кінематичний поворот – згідно з яким застосовуються схеми поворотом керованих коліс (передніх, задніх або одночасно і передніх і задніх) відносно остова агрозасобу;

3) кінематичний поворот, який здійснюється шляхом зміни положення однієї частини мобільної машини відносно іншої у горизонтальній площині (параметрами керуючого впливу є кутове зміщення напіврам ψ).

Для вказаних способів керування спеціалізованим агрозасобом побудовані розрахункові схеми сил, які діють на нього в горизонтальній площині (рис. 1).



а) - при силовому (бортовому), б) - кінематичному (поворот коліс) і в) - поворот напіврам

Рис. 1. Схеми сил, які діють на спеціалізований енерготехнологічний агрозасіб в горизонтальній площині за різними способами його керування

Для кожної із розрахункових схем за рис. 1 були складені рівняння руху агрозасобу по відношенню до площини X_1OY_1 у вигляді рівнянь Лагранжа другого роду в диференціальній та операторній формі запису.

Перетворююча властивість розглядуваної динамічної системи в теоретичних дослідженнях представлена передаточними функціями, годографами, амплітудно- і фазово-частотними характеристиками (АЧХ і ФЧХ відповідно).

Аналіз розрахункових АЧХ і ФЧХ при силовому (бортовому) способі керування агрозасобу показав, що відчутне збільшення коливання амплітуди поперечного відхилення X_s та курсового кута φ спостерігається на низьких частотах ω коливання дотичної сили $P_{дл}$ коліс одного із бортів (яка є параметром керуючого впливу). Водночас, максимальна амплітуда поперечного відхилення не перевищує 35 мм на 1кН коливань дотичної сили $P_{дл}$, а максимальна амплітуда курсового кута φ – на 1,0 град. Для відпрацювання збурення на кожен 1Н абсолютної значини дії горизонтальної складової тягового опору R'' сільськогосподарського знаряддя недостатньо 1Н керуючого впливу. Так, за лінійним поперечним відхиленням агрозасобу X_s від траєкторії руху на частоті $\omega = 1 \text{ с}^{-1}$ значина керуючого впливу повинна бути більшою на 35% від збурювального. При збільшенні частоти ω значину керуючого впливу необхідно ще збільшувати, і, на частоті 10 с^{-1} кратність збільшення становить 4 рази.

Відпрацювання збурення при силовому (бортовому) способі керування агрозасобу відносно курсового кута φ на частотах $\omega = (1 \dots 10) \text{ с}^{-1}$ показала, що значина керуючого впливу повинна також бути більшою від збурювального.

Аналіз ФЧХ свідчить про те, що при силовому (бортовому) способі керування агрозасобу курсове кутове зміщення останнього складніше піддається дії керуючого впливу, на відмінну від поперечного зміщення агрозасобу, оскільки в першому випадку віддаляє характеристики ФЧХ від бажаних при збільшенні частоти ω , а у другому випадку - віддаляється від бажаної характеристики не більше на 20%.

Аналіз розрахункових АЧХ і ФЧХ при кінематичному способі керування агрозасобу (поворот коліс) показав, що відчутне збільшення коливання амплітуди поперечного відхилення X_s та курсового кута φ спостерігається на низьких частотах коливання повороту α передніх коліс. Водночас, при $\omega=1 \text{ с}^{-1}$ максимальна амплітуда поперечного відхилення не перевищує 2 м на 1 рад коливань повороту α передніх коліс, а максимальна амплітуда курсового кута φ – на 0,92 рад.

Характер поведінки динамічної системи у поперечному відхиленні X_s та курсового кута φ при повороті β задніх коліс аналогічний амплітудним характеристикам відпрацювання системою збурення поворотом передніх α коліс. Дещо інший характер спостерігається у ФЧХ. Що можна пояснити конструктивними особливостями розглядаємого енерготехнологічного агрозасобу мостового типу.

Аналіз розрахункових АЧХ і ФЧХ при кутовому зміщенні напіврам агрозасобу показав, що відчутне збільшення коливання амплітуди поперечного відхилення X_s та курсового кута φ спостерігається на низьких частотах коливання

кутового зміщення напіврам ψ . Водночас, при $\omega = 1 \text{ с}^{-1}$ максимальна амплітуда поперечного відхилення не перевищує 2,5 м на 1 рад коливань повороту α передніх коліс, а максимальна амплітуда курсового кута φ – на 1,25 рад.

Висновки. Розроблені математичні моделі та отримані нові закономірності плоско-паралельного руху спеціалізованих агрозасобів для колійної системи землеробства, які дозволяють здійснювати достовірне обґрунтування нових схем, конструктивних параметрів та режимів роботи останніх з огляду на їх прийнятну керованість і стійкість руху в горизонтальній площині.

УДК 621.436.004.67

УНІВЕРСАЛЬНИЙ АГРЕГАТ ДЛЯ ФЕРМЕРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ

Паніна В.В., к.т.н., доц.

Таврійський державний агротехнологічний університет

В фермерських господарствах необхідно здійснювати велику кількість робіт, наприклад, кормоприготування, обробка деревини, фарбування, змішування пісочно-цементних сумішей, які необхідно виконувати власними силами. Прості у виготовленні і експлуатації агрегати для механізації цих робіт в фермерських господарствах відсутні, тому створення таких агрегатів актуально.

В основу поставлена задача удосконалення універсального агрегату, шляхом з'єднання електродвигуна з виконавчими механізмами клиноремінними передачами з канавками різних діаметрів і одним ременем, встановленим на них, що дозволяє розширити функціональні можливості агрегату.

Поставлена задача вирішується тим, що у універсального агрегату для фермерських господарств, що складається з рами, на якій зверху встановлено передній стіл з механізмом регулювання висоти і задній стіл, а також вал з закріпленими на ньому фрезами і дисковою пилою та направляючою лінійкою, під заднім столом на рамі розташована універсальна дробарка, а в нижній частині компресор з ресивером і водяний насос, в середній частині рами встановлено електродвигун і циліндричний редуктор під яким знаходиться ящик для інструментів, а спереду кріпиться конічний редуктор, до якого через муфту приєднується змішувач відповідно до пропонованої корисної моделі, електродвигун з'єднаний з виконавчими механізмами клиноремінними передачами, шківів яких мають дві канавки різного діаметру і один клиновий ремінь, який послідовно встановлений на більший чи менший діаметри ведучого шківів.

З'єднання електродвигуна з виконавчими механізмами клиноремінними передачами дає можливість отримати потрібну кутову швидкість робочих органів виконавчих механізмів, і завдяки тому, що шківів клиноремінних передач мають дві канавки різного діаметру і один клиновий ремінь, який послідовно встановлений на них і, в залежності від того на який діаметр (більший чи менший) ведучого шківів встановлений клиновий ремінь, відбувається кормоприготування, обробка деревини, фарбування, змішування пісочно-цементних сумішей та інше.

Розроблен багатофункціональний агрегат для фермерських господарств, який дозволяє механізувати значну кількість робіт в сільськогосподарському виробництві, що призводить до розширення функціональних можливостей агрегату та поліпшує умови праці робітників. Цей агрегат можливо виготовити в умовах господарства.

УДК 631.153

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ТЕРМІНУ ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ

Ігнат'єв Є.І., інженер.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Summary: The paper presents a method for determining the optimal duration of harvesting of grain, depending on the age and grade technique that allows to reduce crop losses during its harvestin .

Keywords: the duration of the harvest, loss of grain, age structure of technics, harvest, technical condition of equipment, costs.

Постановка проблеми. Жнива вимагають вдумливого підходу, а тому виникає необхідність у розробці робочих планів збирання; залученні до робіт високопродуктивної техніки з високими показниками надійності; впровадженні чіткого ритму збиральних робіт; вмілому застосуванні знаряддя та якісного технічного обслуговування техніки у процесі виконання збиральних робіт[1].

Основні матеріали дослідження. Збирання вирощеного врожаю один із основних і найбільш відповідальних моментів у комплексі робіт по вирощуванню тієї чи іншої сільськогосподарської культури. Значну питому вагу у загальному балансі втрат займають біологічні втрати, що викликані зміною якісних показників, які на пряму залежать від тривалості проведення збиральних робіт.

Найменша величина втрат вирощеного врожаю буде при умові проведення жнив у найбільш сприятливий проміжок часу – науково обґрунтований для конкретних природних зон.

Визначальними у розрахунку оптимальних термінів збирання є мінімум втрат і витрати на одиницю роботи (грн/га).

Відомо, що приведені витрати (грн/га) будуть збільшуватися в залежності від кількості задіяної техніки крива 1 (рис.1.).

В залежності від збільшення кількості днів збирання (крива 2) будуть зростати і втрати зерна (грн/га). Сумарні витрати визначаються шляхом складання приведених витрат і вартості втрат зерна (кривих 1 та 2) в залежності від кількості збиральних днів та дозволяють визначити оптимальний термін збирання – D_{opt} . [2]

Приведені витрати (крива 1) визначаються по формулі [1]

$$U_{i\delta} = \dot{E}_a + \dot{A}_i \cdot \dot{E}_i,$$

де I_e – експлуатаційні витрати на одиницю площі, грн/га;

E_n – нормативний коефіцієнт ефективності інвестиційних вкладень, $E_n=0,15...0,20$;

K_n – питомі інвестиційні вкладення, грн/га.

Експлуатаційні витрати визначаються по формулі

$$\dot{E}_a = \frac{S_{\delta\delta(\delta)} + S_{i\zeta} + S_{\zeta^+}}{W_a} + S_{iii} + S_{\zeta},$$

- де $S_{тр}$, $S_{мз}$, $S_{зч}$ – витрати на реновацію, ремонт, ТО і зберігання машин віднесені на 1 годину їхньої роботи, відповідно для трактора (комбайна), машини-знаряддя, зчіпки, грн./ год;
 W_r – продуктивність агрегату за годину змінного часу, га, т, ткм;
 $S_{пмм}$ – витрати на нафтопродукти, грн/га, грн/т, грн./ ткм;
 S_3 – витрати на оплату праці, грн/га, грн/т, грн./ ткм;

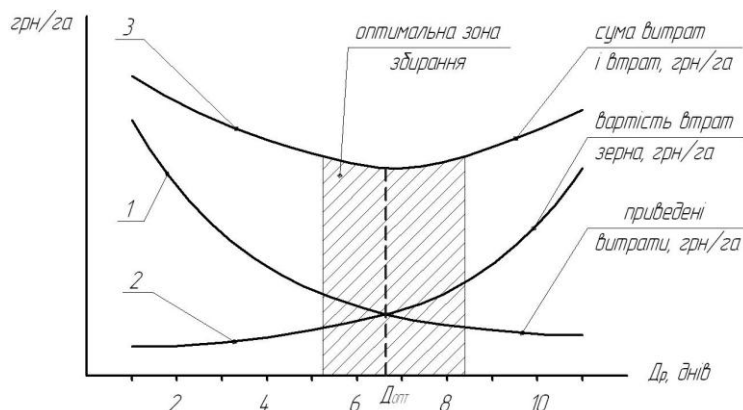


Рис.1. Залежність та витрат при збиранні від тривалості збиральних робіт.

Питомі капіталовкладення у гривнях на одиницю роботи визначаються по формулі

$$\hat{E}_i = \frac{1}{W_a} \left(\frac{\dot{A}_{\delta\delta}}{\dot{O}_{\delta\delta}} + \frac{n \cdot \dot{A}_{i\zeta}}{\dot{O}_{i\zeta}} + \frac{\dot{A}_{\zeta\zeta}}{\dot{O}_{\zeta\zeta}} \right),$$

- де $B_{тр}$, $B_{мз}$, $B_{зч}$ – балансова вартість трактора, с.-г. машини та зчіпки, грн.;
 $T_{тр}$, $T_{мз}$, $T_{зч}$ – річне завантаження трактора, с.-г. машини та зчіпки, год;
 Аналіз сумарної кривої 3 (рис.1.) з дослідженнями впливу термінів збирання на величину втрат зерном дозволяє отримати оптимальний термін виконання збиральних робіт при якому собівартість одиниці роботи (грн./га) буде мінімальною.

Існує аналітична залежність між періодом виконання збиральних робіт і врожайністю. По мірі збільшення днів збирання – доля втрат зростає і описується залежністю [2]

$$\ddot{I}_{\hat{A}^3} = 0,31 \cdot \ddot{A}_{\hat{E}^3},$$

- де $\Pi_{Ві}$ – втрати врожаю у залежності від строків збирання, %;
 $Др_i$ – і-тий день збирання.

Дана формула справедлива тільки до десятого дня збиральних робіт, при перевищенні цього терміну втрати зростають в геометричній прогресії.

Втрати продукції розраховуються по формулі

$$\hat{A}_i = \frac{U \cdot \ddot{O}_i \cdot \ddot{I}_{\hat{N}OI}}{100},$$

- де U – врожайність культури, ц/га;
 $\Pi_{п}$ – закупівельна ціна продукції, грн./ц;
 $\Pi_{сум}$ – сумарні втрат врожаю в залежності від днів збирання, %.

Так як для виконання збиральних робіт залучається вітчизняна та зарубіжна техніка, технічний стан якої залежить від строку її експлуатації (служби), то виникає необхідність у визначенні її кількісного складу, прямих експлуатаційних витрат (грн/га) і втрат (грн/га) в залежності від кількості техніки залученої до збирання і днів роботи. Розрахунки за запропонованою методикою для збирання озимої пшениці на площі 1000 га різними комбайнами приведені на рис.2 – рис.3.

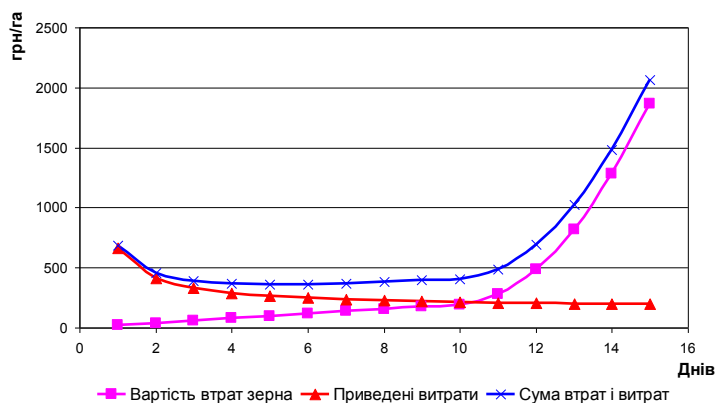


Рис.2. Комбайн ДОН-1500Б десятого року експлуатації.

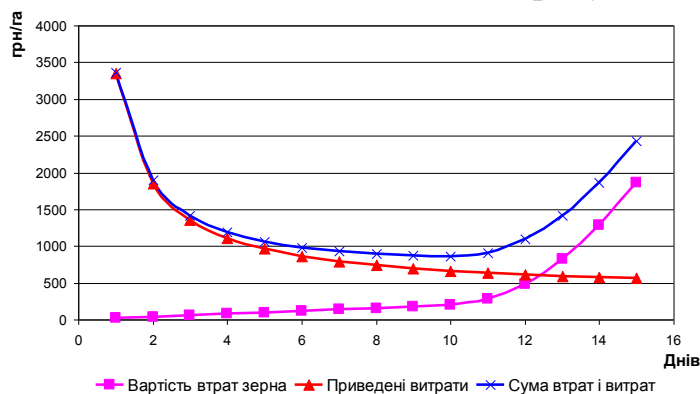


Рис.3. Новий комбайн Джон Дір 9680.

Висновки. З приведених графіків витрат і витрат коштів визначені оптимальні терміни збирання, що знаходяться в межах від п'яти до десяти днів для старої техніки і в межах 8..12 днів для більш продуктивної але значно дорожчої нової техніки. Знаючи оптимальний термін виконання збиральних робіт і з урахуванням продуктивності тієї чи іншої збиральної техніки та обсягу збиральних робіт визначається їх необхідна кількість.

Література.

1. Прибытков П.Ф. Безотказность уборочных агрегатов и комплексов / П.Ф.Прибытков, В.Ф. Скробач, – Л.: Агропромиздат. Ленинград, 1987.– 207с.
2. Ільченко В.Ю. Машиновикористання в землеробстві /В.Ю.Ільченко, Ю.П. Нагірний – К.: Урожай, 1996.– 382 с.

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ПІДГОТОВКИ ЗАЛИШКІВ ПІСЛЯ АНАЕРОБНОГО БРОДІННЯ

Скляр Р.В., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Summary: *in this paper the analysis of induced technology training residues from the fermentation in biogas plants.*

Keywords: *biogas metanoheneruyuchi bacteria, nutrients, fermented mass, anaerobic process, manure, operating costs.*

Постановка проблеми. Кількість і розмір біогазових установок у світі поступово збільшується. Має місце також інтенсифікація утримання тварин, яка застосовується і в регіонах з уже великою щільністю худоби. Це веде в деяких регіонах до великої кількості місцевих добрив, тому залишки від бродіння більше не доцільно використовувати на місцях в якості добрив. Ці добрива не тільки мають високий потенціал за поживними речовинами, вони ще можуть і перевантажити природний кругообіг речовин, якщо використовувати їх неправильно. Для ефективного використання цього потенціалу за поживними речовинами може знадобитися і стати доцільною концентрація поживних речовин, щоб отримати добриво, яке вигідно транспортувати в регіони без надлишків поживних речовин.

Основні матеріали дослідження. Розглянуто технології підготовки залишків від бродіння, які ґрунтуються на фізичних процесах. [3]

1. Використання залишків від бродіння без підготовки (зберігання необроблених залишків від бродіння і внесення).

У сенсі внесення поживних речовин в загальний кругообіг речовин бажано внесення залишків від бродіння на площі вирощування використовуваних в біогазових установках поновлюваних видів сировини. Для відстаней більше 5 км транспортування і внесення здійснюється різним обладнанням. Загалом виходить, що зі збільшенням відстані перевезення витрати на обидві технології суттєво збільшуються, оскільки вміст поживних речовин у залишках від бродіння, віднесене до їх перевезеної маси, відносно невеликий. Тому метою підготовки залишків від бродіння є зменшення вмісту інертної води і цілеспрямоване збільшення концентрації фракцій поживних речовин.

2. Відділення твердих фракцій

Відділення твердих фракцій - це основна технологія підготовки залишків від бродіння. Переваги відділення твердих фракцій полягають у зменшенні обсягів зберігання рідких залишків від бродіння, а також шарів, що занурюються і спливають при зберіганні. Але перш за все відбувається розподіл поживних речовин, тому що розчинний, мінеральний азот залишається переважно в рідкій фракції, а органічно пов'язаний азот і фосфор в основному виділяються з твердою фракцією. Сепарована, бідна сухою речовиною (СР) рідка фракція може

вноситися на поля або перероблятися далі, а тверду фракцію можна компостувати або висушувати. Залежно від необхідного ступеня розподілу використовуються переважно сепаратори з прес-шнеками, преси з сортувальними барабанами або транспортерами і декантатори.

3. Додаткова переробка твердої фракції

Можливо безпосереднє внесення окремої твердої фракції в якості добрива. Але тому що при цьому можлива іммобілізація азоту, поширення неприємного запаху або насіння бур'янів, відокремлена тверда фракція піддається подальшій переробці.

Компостування. Це аеробна обробка органічних відходів з метою стабілізації органічних компонентів, знищення патогенних мікроорганізмів і насіння бур'янів, а також усунення сполук з інтенсивним запахом. У залишки від бродіння, що компостуються, повинен подаватися достатній об'єм кисню. Тому що в залишках від бродіння скоріше не вистачає структури, для успішного компостування в них повинен подаватися відповідний матеріал (наприклад, мульча з кори) або ж матеріал потрібно часто перемішувати.

Внаслідок анаеробного розкладання вуглецю в біогазовій установці зменшується саморозігрів під час компостування в порівнянні з необробленим органічним матеріалом. Під час компостування досягаються тільки температури до 55°C, а не до 75°C, що було б необхідно для успішної гігієнізації.[2,3].

Висушування. Для цього можуть використовуватися технології, які вже довели свою ефективність в інших сферах. У більшості систем сушарок тепло передається гарячим повітрям, яке проходить через матеріал, який просушують, або над ним. Для цього може використовуватися тепло, яке одержують з біогазових установок, якщо його не можна використовувати в інших цілях.

Амоній, який міститься в твердій фракції, при висушуванні здебільшого переходить у вигляді аміаку до використаного для просушування повітря. Шляхом висушування сухої фракції може досягатися вміст сухої речовини мінімум у 80%. Завдяки цьому суху фракцію можна складувати і перевозити.

4. Подальша переробка рідкої фракції

Мембранна технологія. Обробка сильно забрудненої біологічними речовинами води за допомогою мембранної технології вже широко поширена в галузі очищення стічних вод. Це призвело до того, що її відносно добре адаптовано до залишків від бродіння і вже використовується на окремих біогазових установках. На відміну від більшості інших технологій підготовки відходів від бродіння для цієї технології не потрібно тепло. Щоб запобігти передчасному забивання мембран, вміст СР в рідкій фракції не повинен перевищувати 3%. У більшості випадків це вимагає розподілу на тверду і рідку фракції в декантаторі [2,3].

Згушення. Згушення залишків від бродіння цікаво для біогазових установок, на яких є великий надлишок тепла, тому що потрібно близько 300 кВт·год._{терм}/м³ випареної води. Технологія реалізується переважно багатоступеневим процесом. Спочатку матеріал нагрівається, а потім температура при зниженому тиску поетапно доводиться до точки кипіння. Технічні проблеми на ви-

робництві можуть виникати внаслідок забивання і корозії використовуваних теплообмінників.

Відгин. Це технологія, при якій з рідини видаляються компоненти, для чого крізь рідину направляються гази, а компоненти переходять в газову фазу. При цьому амоній перетворюється в аміак. Десорбція NH_3 з потоку газу може проводитися шляхом конденсації, мийки з кислотами або реакції водяного розчину з гіпсу. Кінцевими продуктами десорбції є, як правило, сульфат амонію і аміачна вода [2,3].

Висновки. Представлені в роботі технології підготовки залишків від бродіння сильно відрізняються один від одного за своєю поширеністю та надійністю функціонування. Технології сепарування залишків від бродіння відповідають сучасному рівню техніки і вже використовуються. Але в разі часткової підготовки, як правило, обсяг внесених матеріалів не зменшується, а витрати на внесення залишків від бродіння збільшуються.

Технології висушування твердої фази вже довели свою ефективність в інших галузях і адаптуються для висушування залишків від бродіння. При цьому очікуються лише незначні технічні проблеми. Втім, висушування залишків від бродіння цікаво з економічної точки зору тільки в тому випадку, якщо залишки після висушування можуть використовуватися з прибутком або якщо тепло біогазової установки інакше взагалі не можна використовувати.

Технології обробки рідкої фази ще не відповідають сучасному рівню техніки, вони все ще потребують додаткового розвитку. Більше за інших розвинена мембранна технологія. Незважаючи на це дана технологія ще може розвиватися далі, щоб зменшити споживання енергії і знос.

Технології випарювання і відгону на великих установках промислового масштабу використовується ще мало. З цієї причини економічна оцінка та очікувана якість продукції ще пов'язані з великою невпевненістю, а технічні ризики є порівняно високими.

Література.

1. Баадер В. Биогаз: теория и практика/ В. Баадер, Е. Доне, М. Бренндер-фер. - М.: Колос, 1982. – 148 с.
2. Skliar A. Justification of conditions for research on a laboratory biogas plant/ A. Skliar, R. Skliar// Motrol: Motoryzacja I Energetyka Rolnictwa – Lublin, 2014 - Vol.16. - No2. - 183-188.
3. Процесс анаэробной переработки: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.fluid-biogas.com/.
4. Руководство по биогазу. От получения до использования/ Агентство по возобновляемым ресурсам.- 5-е изд., перераб. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://esco-ecosys.narod.ru/2012_9/art272.pdf
5. Эдер Б. Биогазовые установки. Практическое пособие/ Б. Эдер, Х. Шульц [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://zorgbiogas.ru/upload/pdf/Biogas_plants_Practics.pdf

УДК 620.9.004:003.13

ПОБУДОВА НОМОГРАМИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РЕЖИМІВ ВІБРОНАКАТУВАННЯ ЗОЛОТНИКІВ

Новік О.Ю.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Для підвищення зносостійкості робочих поверхонь золотників необхідно, щоб поверхня, оброблена вібронакатуванням складала 40% загальної робочої поверхні поясків золотників. Ця умова буде виконуватись при належній комбінації режимів, які можна отримати за допомогою номограм

Для отримання поверхні з необхідними властивостями режими вібронакатування визначають розрахунковим методом

Ціллю роботи є розробка методики побудови номограми для визначення режимів вібронакатування

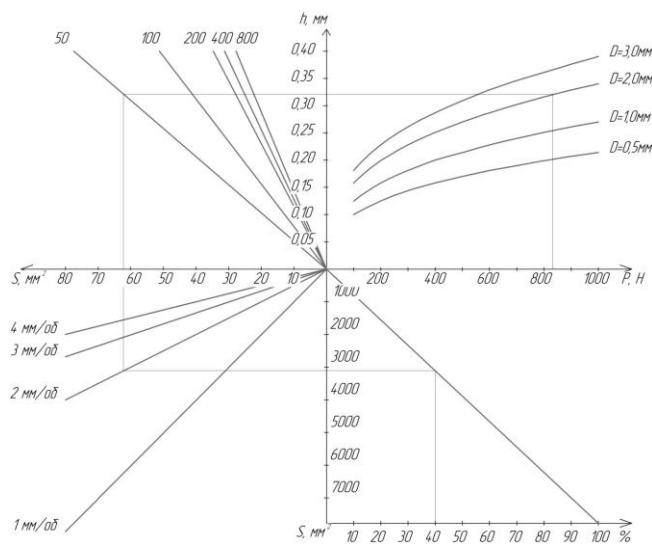
Для підвищення зносостійкості робочих поверхонь золотників необхідно, щоб поверхня, оброблена вібронакатуванням складала 40% загальної робочої поверхні поясків золотників [1]. Ця умова буде виконуватись при належній комбінації режимів, які можна отримати за допомогою номограм
Номограма складається з чотирьох квадрантів.

1. В першому квадранті будуємо залежність ширини стрічки від зусилля притиснення інструменту до поверхні, що обробляється.

2. В другому квадранті будуємо залежність площі стрічки за один оберт деталі при обробці від ширини стрічки. Ця площа буде дорівнювати довжині однієї хвилі, помноженої на ширину стрічки та на кількість хвиль.

3. В третьому квадранті будуємо залежність обробленої площі, від площі стрічки за один оберт деталі. Для цього необхідно розрахувати кількість стрічок на 100 метрів поверхні, яка буде залежити від кроку поздовжньої подачі станка.

4. В четвертому квадранті побудуємо графік співвідношення площі обробленої інструментом до загальної площі поверхні деталі, тобто:



Так, наприклад, якщо нам потрібно 40% покриття поверхнево-пластичною деформацією поверхні робочих поясків золотників, та режими обробки повинні бути наступні: діаметр кулі вібронакатки – 2мм; зусилля притиснення кулі – 820 Н; частота обертання деталі – 50 хв⁻¹; поздовжня подача верстата – 2 мм/об; ширина стрічки – 0,32 мм.

УДК 631.37

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ВИБОРУ СХЕМИ І ПАРАМЕТРІВ ДВОМАШИННОГО ПОСІВНОГО МТА НА ОСНОВІ НАПІВНАВІСНОЇ ЗЧІПКИ

Масалабов В.М., асистент,
Таврійський державний агротехнологічний університет

Підвищення продуктивності праці посівного МТА на основі трактора тягового класу 1,4 доцільно здійснювати за рахунок збільшення його ширини захвату шляхом використання двох причіпних сівалок замість однієї (рис. 1).

Для практичної реалізації цього напрямку потрібна напівнавісна зчіпка, конструкція якої унеможлиблювала б зіткнення причіпних машин і забезпечувала підвищення техніко-економічних показників роботи посівного машинно-тракторного агрегату.



Рис. 1 – Двомашинний посівний машинно-тракторний агрегат на основі напівнавісної зчіпки

Для ефективного агрегування двох причіпних сівалок типу СЗ-3,6 з трактором тягового класу 1,4 з допомогою напівнавісної зчіпки остання має відповідати наступним вимогам:

- 1) фронт зчіпки повинен бути рівним 7,2 м;
- 2) довжина подовжувача зчіпки не повинна бути меншою за 2,5 м. Максимальна її значина не повинна перевищувати 3,0 м;
- 3) подовжувач зчіпки повинен приєднуватися до її рами з можливістю його відносного повороту у поздовжньо-вертикальній площині;
- 4) вільний кінець подовжувача має опиратися на транспортне колесо флюгерного типу;
- 5) права сівалка машинно-тракторного агрегату повинна приєднуватися безпосередньо до рами зчіпки;
- 6) для транспортування сівалок рама зчіпки у середній її частині повинна мати приєднувальний пристрій;

- 7) рама зчіпки навішується на задній навісний механізм трактора, який у робочому положенні фіксується так, щоб подовжувач зчіпки розташовувався паралельно до площини поля;
- 8) відстань від рами зчіпки до задніх коліс трактора не повинна перевищувати 1,2 м. Ця величина обумовлена конструктивними вимогами і її корегування в бік зменшення неможливе, а в бік збільшення – недоцільне.

Передній міст мосту трактора типу МТЗ-80 доцільно баластувати масою, яку допускають шини його керованих коліс.

Тиск в шинах коліс універсально-просапного трактора може змінюватися в наступних межах:

- передні рушії – 0,10...0,12 мПа;
- задні рушії – 0,09...0,18 мПа.

Для здійснення повороту двомашинного посівного агрегату в оптимальному режимі необхідно, щоб відношення швидкості руху МТА на поворотній смузі до кутової швидкості повороту керованих коліс трактора змінювалось в межах 11...12 м/рад. Практично таку задачу можна розв'язати шляхом обладнання агрегату спеціальним автоматичним пристроєм. Для тривалого зберігання рама зчіпки обладнується опорними стійками.

Заводський варіант нового знаряддя представлений на рис. 2.



Рис. 2 – Заводський варіант напівнавісної зчіпки

Впровадження нового посівного двомашинного агрегату, налаштованого у відповідності до розроблених практичних рекомендацій, дозволяє зменшити витрати праці – на 20,0 – 50,0%, прямі витрати – на 2,7 – 7,8%, питомі інвестиційні вкладення – на 21,0 – 46,9%, сукупні витрати – на 3,4 – 9,9%.

УДК. 631.55 : 631.6

ДО ПИТАННЯ ЗБИРАННЯ СОЇ НА ПОЛЯХ, ЗРОШУВАНИХ ДОЩУВАЛЬНИМИ МАШИНАМИ «ФРЕГАТ»

Шульга О.В., інженер

Таврійський державний агротехнологічний університет

Summary: is offered a new way of movement of combines at harvesting of a soya on the fields irrigated by machines of circular action.

Keywords: the soya harvesting, an irrigated field, the harvesting unit, loopback turn, idling, efficiency

Постановка проблеми. Посівні площі під вирощування сої в світі щорічно зростають. Площа вирощування сої в Україні в 2014 році за всі періоди вирощування цієї культури була найбільшою і складала 1,803 млн.га. За таких умов Україна є лідером з виробництва сої в ЄС та СНД. Найбільш високі врожаї сої отримують на зрошуваних землях Херсонської, Дніпропетровської, Запорізької та Одеської областей. На більшій частині цих земель для їх поливу використовують дощові машини кругової дії «Фрегат» типу ДМ-454-100 та ДМУ-Бнм-463-72. Ці машини представляють собою водовідний трубопровід, встановлений на колісних опорах, який обертається по колу навколо гідранта. При багаторазовому русі цих машин, в процесі зрошування, по слідах опорних коліс, утворюються колії, ширина яких сягає 40...45см, глибина 25...30см. По краях колій утворюються гребні висотою 10...14см. Значна проблема постає при збиранні ранніх сортів сої. Особливість цих сортів – у відстані нижнього бобу від землі і сягає вона близько 4см. Це створює значну перешкоду для подальшої роботи збиральних агрегатів обладнаних жниварками ЖСУ-700 або JOHN DEERE 925 flex. Висота зрізу цих жниварок сягає 3см. При перетинанні колії жатка зрізає земляний гребінь, що призводить до забивання та частого виходу з ладу ріжучого апарату. Часто доводиться зупинятися для видалення землі із комбайну. А це неминує призводить до збільшення втрат врожаю та зниження продуктивності збирального агрегату.

Основні матеріали досліджень. Одним із рішень цієї проблеми було запропоноване Надикто В.Т. та Черепухіним В.Д. Основна ідея полягає у використанні непрямолінійного руху зернозбиральних агрегатів на зрошуваному полі[1]. Тобто рух жниварного агрегату здійснюється по розімкненому колу, якщо зрошувальна машина знаходиться в полі (рис.1). За таким способом руху, агрегат рухається тільки по зовнішньому краю незібраного поля, виконуючи тільки петльові повороти. При цьому поділення поля на загінки не розглядалося. Довжина холостого ходу для петльового повороту

$$L_x = 6R_0$$

де R_0 – радіус повороту комбайна.

Для підвищення продуктивності збирального агрегату, за рахунок зменшення холостого ходу, пропонується виконання безпетльового повороту з прямолінійною ділянкою. Довжина холостого ходу якого дорівнює

$$L_x = 1,5R_0 + X$$

де R_0 – радіус повороту комбайна,
 X – довжина прямолінійної ділянки повороту.

Для роботи комбайну поле необхідно поділити на загінки, які обмежуються коліями, а ширина загінки повинна дорівнювати відстані між колісними опорами дощувальної машини. Тобто

$$C = S$$

де C – ширина загінки
 S – відстань між опорами дощувальної машини

Рух комбайну відбувається паралельно колії. Кількість проходів « n » в загінці повинно відповідати виразу:

$$n = \left(\text{ціле} \right) \frac{S}{B_p}$$

де n – ціле число проходів,
 S – відстань між коліями
 B_p – робоча ширина захвату жатки

Комбайн працює по черзі на двох суміжних загінках (рис. 1).

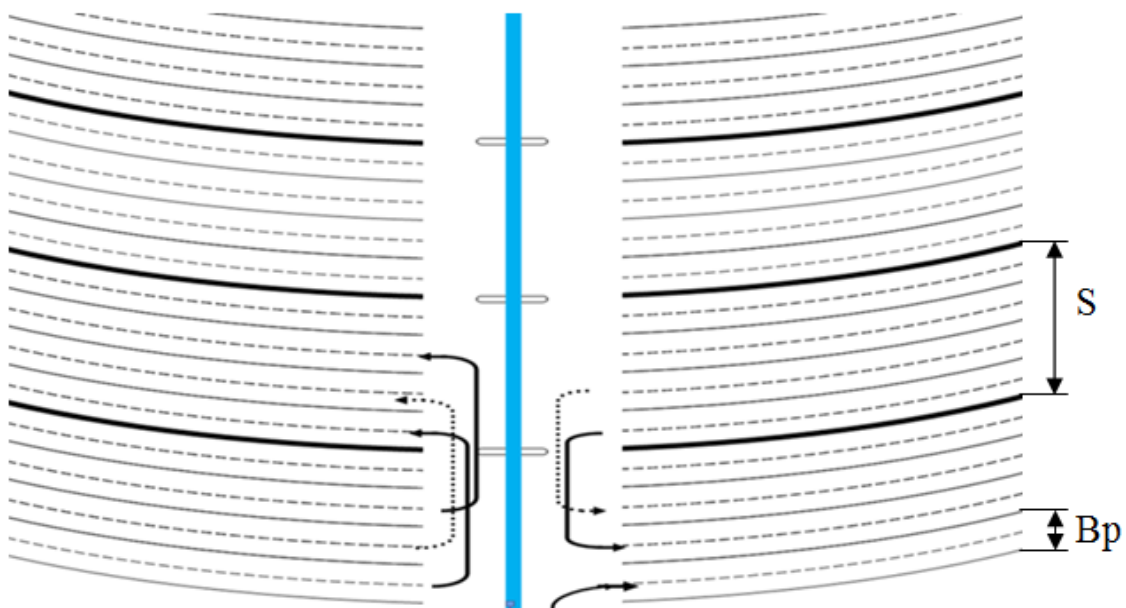


Рис.1. Схема руху збирального агрегату.

Перший прохід збиральний агрегат виконує по зовнішньому колу поля. Виконавши безпетльовий поворот, комбайн здійснює другий прохід по зовнішньому колу суміжної загінки (рис.1). При цьому орієнтиром являється сама колія від ДМ «Фрегат». Далі повертається на першу загінку і здійснює прохід по зовнішній стороні загінки. Виконавши прохід, повертається на суміжну загінку. При такому способі руху відстань між послідовними проходами дорівнює $2V_p$ або $3V_p$. Тобто для комбайну JOHN DEERE зі жнивваркою 925 flex ($R_0=8\text{м}$, $V_p=7,2\text{м}$) довжина холостого ходу для безпетльового повороту з прямолінійною ділянкою дорівнює:

$$L_x = 1,5R_0 + X,$$

де $X = 3V_p$

$$L_x = 1.5 \times 8 + 3 \times 7,2 = 33,6\text{м}$$

Довжина холостого ходу петльового повороту для такого ж збирального агрегату дорівнює:

$$L_x = 6R_0$$

$$L_x = 6 \times 8 = 48\text{м}$$

Як видно із розрахунку, довжина холостого ходу комбайну при петльовому повороті більша майже на третину в порівнянні з безпетльовим.

Висновки. При такій організації збиральних робіт збільшується продуктивність збирального агрегату за рахунок зменшення витрати часу на повороти та простої через поломки і видалення землі з комбайну. Завдяки підвищенню рівномірності зрізу рослин зменшуються втрати зерна.

Література.

1. Черепухин В.Д. Определение оптимальной ширины рабочих участков при непрямойлинейном способе движения уборочных агрегатов на орошаемых землях. / В.Д.Черепухин, В.Т. Надыкто, С.М. Чеботарёв // Механизация и электрификация сельского хозяйства – Киев, 1987- Вып.66 – с.45-51.
2. Зубов Н.И. Влияние режимов выполнения поворотов на производительность и эксплуатационные показатели машинно-тракторного агрегата / Н.И. Зубов // Труды ВИМ, т. 91. - М., 1981.- с.143-154.
3. Движение машинно-тракторных агрегатов на полях, орошаемых дождевальными машинами «Фрегат» // Тракторы и сельхозмашины, 1978, №10.- С. 21-22.
4. Иофинов С.А. Эксплуатация машинно-тракторного парка / С.А. Иофинов, -М., «Колос», 1974, - 480с.

УДК 631.37

ПЕРЕДУМОВИ РОЗРОБЛЕННЯ ОРНОГО МТА ІЗ ФРОНТАЛЬНИМ ТА ЗАДНЬОНАВІСНИМ ПЛУГАМИ

Кістечок О.Д., аспірант,

Таврійський державний агротехнологічний університет

Однією із найбільш важливих задач сільськогосподарського виробництва було і залишається зменшення енергетичних витрат на оранці. Першим кроком в напрямку розв'язання цієї проблеми є підвищення тягово-зчіпних властивостей трактора. В складі орного МТА це можна здійснити шляхом використання крім заднього, ще й фронтального плугів.

За такого конструктивного рішення вертикальна складова тягового опору передньонавісного знаряддя разом з його експлуатаційною масою довантажує керовані колеса трактора. В результаті це обумовлює зменшення буксування рушіїв енергетичного засобу, підвищення стійкості і керованості руху орного МТА і, в кінцевому рахунку, зменшення питомих витрат палива.

Застосування орних агрегатів із передньо- та задньонавісними плугами є актуальним і перспективним. Закордонна і вітчизняна практика випробувань та експлуатації таких МТА дозволила виявити наступні їх переваги:

- збільшення конструктивної ширини захвату, а значить і продуктивності праці. Досягається це за рахунок зростання тягового зусилля енергетичного засобу, зчіпна маса якого збільшується внаслідок взаємодії з фронтальним знаряддям;
- економія витрат палива за рахунок зменшення буксування рушіїв трактора завдяки зростанню його зчіпної маси при агрегуванні з фронтальним плугом;
- зменшення металоємкості у порівнянні з орним машинно-тракторним агрегатом, зчіпна маса якого збільшується шляхом баластування енергетичного засобу.

До недоліків орних агрегатів за схемою «push-pull» слід віднести:

- збільшення кінематичної довжини агрегату, що потенційно може привести до відповідного зростання ширини поворотної смуги та невиробничих витрат часу, пов'язаних із поворотами орного МТА;
- можливе погіршення стійкості робочого руху, обумовлене наявністю фронтального плуга;
- більш напружений режим роботи механізатора, викликаний необхідністю слідкування за роботою як заднього, так і переднього плугів;
- складність конструкції та регулювань фронтальних плугів.

Наявність потенційних переваг орних МТА за схемою «push-pull» створює передумови для проведення досліджень, метою яких є зменшення питомих витрат палива та підвищення техніко-економічних показників роботи орного

МТА з переднім і заднім навісними плугами шляхом обґрунтування його схеми та конструктивних параметрів.

В основу досягнення поставленої мети покладено перевірку сформульованої нами робочої гіпотези, суть якої полягає в наступному: *збільшення зчипної маси трактора за рахунок використання фронтального плуга може забезпечити збільшення ширини захвату орного агрегату за схемою «push-pull» принаймні на ширину захвату одного корпусу у порівнянні з машинно-тракторним агрегатом з одним лише задньонавісним плугом.*

При цьому слід враховувати, що переваги орних агрегатів за схемою «push-pull» можуть бути практично реалізовані лише за умови правильного вибору їх схеми, конструктивних параметрів та режимів роботи. Для успішного вирішення цієї задачі необхідно:

- визначити вплив конструктивних параметрів переднього навісного механізму трактора та фронтального плуга на стійкість руху орного знаряддя після заглиблення у ґрунт;
- розробити математичну модель руху орного машинно-тракторного агрегату за схемою «push-pull» у горизонтальній площині і на її основі оцінити схеми приєднання фронтального плуга до трактора та параметрів агрегату на стійкість його руху;
- оцінити вплив схеми і параметрів орного агрегату за схемою «push-pull» на його тягово-енергетичні показники;
- провести експлуатаційно-технологічну оцінку орного агрегату із фронтальним плугом;
- розробити науково-обґрунтовані рекомендації з вибору схеми та параметрів орного МТА за схемою «push-pull».

В процесі розв'язку поставлених задач слід мати на увазі наступні попередньо проаналізовані і сформульовані вимоги до орного агрегату за схемою «push-pull» на базі трактора серії ХТЗ-160:

- при роботі в агрегаті з переднім та заднім навісними плугами трактор ХТЗ-160 повинен рухатися колесами правого борту в борозні;
- опорне колесо фронтального плуга в процесі роботи агрегату переміщується поза борозною.

УДК 631.372

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКА ОЦІНКИ КЕРОВАНОСТІ РУХУ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТУ

Рубанський В.В., інженер.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Summary: There is a study on stable steering of a wheeled tractor. The coefficient λ_d as an index of stable steering is well known in the science literature. At moving on a horizontal surface it must of 0,2. The theoretical analysis presents that the stable steering of a tractor depends on inclination (α) of the moving surface and the angle (β) of the guided front wheels of the tractor. There is a mathematical expression of these coefficients as an index of steady steering of the wheeled tractor.

Keywords: the method of determining the controllability, the indicator takes into account the vertical load on the steered wheels, power tool, wheeled tractor, stable steering, steady guidance, deviation unit from rectilinear motion.

Постановка проблеми. У багатьох країнах оцінка керованості машинно-тракторних агрегатів (МТА) здійснюється за допомогою показника λ_d , згідно якого вертикальне навантаження на керовані колеса трактора повинна бути не менш 0,2 його експлуатаційні маси (тобто $\lambda_d \geq 0,2$). Але при цьому даний оціночний показник ураховує стан рівноваги МТА тільки в повздовжно-вертикальній площині.

Основні матеріали дослідження. Керованість машинно-тракторних агрегатів на основі колісних енергетичних засобів є одним з основних показників їхньої працездатності. Науковцями запропоновано кілька варіантів оцінки керованості МТА. Згідно ГОСТ 12.2.019 «Тракторы и машины самоходные сельскохозяйственные. Общие требования безопасности», навантаження на керовані колеса повинна становити не менш 0,2 експлуатаційні маси трактора. Аналітично це можна виразити в такий спосіб:

$$\lambda_d = N_b / G_t \geq 0.2 \quad (1)$$

де λ_d – показник керованості МТА;

N_b , G_t – вертикальне навантаження на керовані колеса трактора і його експлуатаційна сила ваги відповідно.

Однак, при певних обставинах умова (1) може виявитися недостатнім для забезпечення задовільної керованості МТА. Особливо це актуально при непрямолінійному русі по поверхні, що розташована під деяким кутом до горизонту.

Для прикладу розглянемо варіант орного МТА в складі трактора МТЗ-82 і трьохкорпусного плуга. Даний МТА виконує транспортний непрямолінійний рух на підйом під кутом α . Це переміщення агрегату здійснюється під дією тільки рушійної сили задніх коліс трактора F_a , що прикладена в т. А (рис. 1).

Вплив плуга на трактор представимо силою ваги орного знаряддя G_m , відхиленої від вертикалі на кут α . Крім того домовимося, що конструкція енерге-

тичного засобу передбачає баластування його переднього мосту силою ваги G_b , зосередженої в точці з координатами d і h_b (рис. 1).

Із всіх сил, які діють на зазначений МТА, невідомими є дві: вертикальні реакції на передньому (N_b) і задньому (N_a) мостах трактора. Для їхнього знаходження досить двох рівнянь рівноваги агрегату у вигляді:

$$\left. \begin{aligned} 1) (G_t + G_b + G_m) \cdot \cos \alpha - N_b - N_a &= 0; \\ 2) G_t \cdot (\cos \alpha \cdot a - \sin \alpha \cdot h_t) - G_m \cdot (\cos \alpha \cdot b + \sin \alpha \cdot h_m) + G_b \cdot (\cos \alpha \cdot d - \sin \alpha \cdot h_b) - \\ - N_a \cdot a_z - N_b \cdot (L + a_p) &= 0, \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

де G_t – сила ваги трактора;

a, h_t – поздовжня й вертикальна координати центра мас трактора;

b, h_m – координати додатка сили G_m ;

L – поздовжня база трактора;

a_p, a_z – плечі дії реакцій N_b і N_a (рис.1).

З теорії трактора відомо [1], що

$$a_p = f_k \cdot R_p; \quad a_z = f_k \cdot R_z, \quad (3)$$

де f_k – коефіцієнт опору коченню;

R_p, R_z – радіуси кочення передніх і задніх коліс трактора.

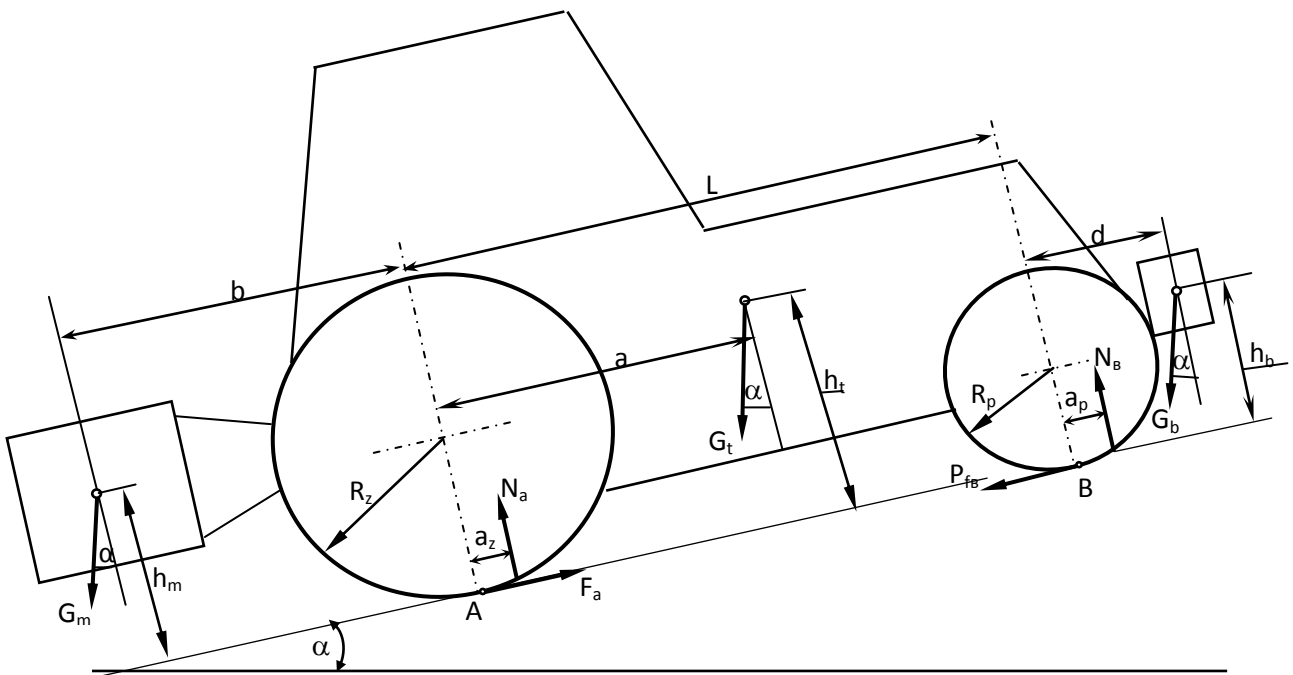


Рис. 1 – Схема сил, які діють на МТА під час його транспортного руху на підйомі

З (2) і (3) вираження для показника керованості λ_d (1) остаточно приймає наступний вид:

$$\lambda_d = \frac{K_1 - K_2 + K_3 - [(G_t + G_b + G_m) \cdot \cos \alpha] \cdot f_k \cdot R_z}{[L - f_k \cdot (R_z - R_p)] \cdot G_t}, \quad (4)$$

де $K_1 = G_t \cdot (\cos \alpha \cdot a - \sin \alpha \cdot h_t)$;

$K_2 = G_m \cdot (\cos \alpha \cdot b + \sin \alpha \cdot h_m)$;

$$K_3 = G_b \cdot (\cos \alpha \cdot d - \sin \alpha \cdot h_b).$$

З формули (4) бачимо, виконання умови (1) залежить від багатьох факторів. До них ставляться як силові (G_t , G_m , G_b) і конструктивні (a , b , d , h_t , h_m , h_b , L , R_z , R_p) параметри МТА, так і умови його руху (кут α , коефіцієнт f_k). Однак, всі вони здійснюють свій вплив на показник λ_d лише в повздовжно-вертикальній площині. Але, під час криволінійного переміщення МТА при певнім значенні реакції N_b (а значить і показника λ_d) може мати місце таке розвантаження керованих коліс трактора, що обумовить поперечне їхнє ковзання в горизонтальній площині. У результаті погіршиться як керованість, так і стійкість руху агрегату. За певних умов він взагалі може стати некерованим.

Задовільна керованість руху машинно-тракторного агрегату буде мати місце лише тоді, коли буде дотримуватися наступну умову:

$$0 < \lambda_d \geq \lambda_o. \quad (5)$$

Розглянемо, як виконуються умови (1) та (5) для розглянутого МТА. При цьому для розрахунків приймемо наступні значення вихідних даних: $G_t = 40$ кН; $G_b = 0$; $L = 2,45$ м; $a = 0,82$ м; $h_t = 0,9$ м; $G_m = 4,5$ кН; $b = 2,2$ м; $h_m = 1,25$ м; $R_z = 0,73$ м; $R_p = 0,46$ м; $d = 0,7$ м; $h_b = 1,0$ м; $f_k = 0,12$; $\beta = 0 \dots 30^\circ$; $\delta = 0,01 \cdot \beta$.

При строго прямолінійному ($\beta = 0^\circ$) русі машинно-тракторного агрегату по горизонтальному шляху ($\alpha = 0^\circ$) показник λ_d дорівнює 0,196 (лінія 1, рис. 2а), що практично відповідає умові (1).

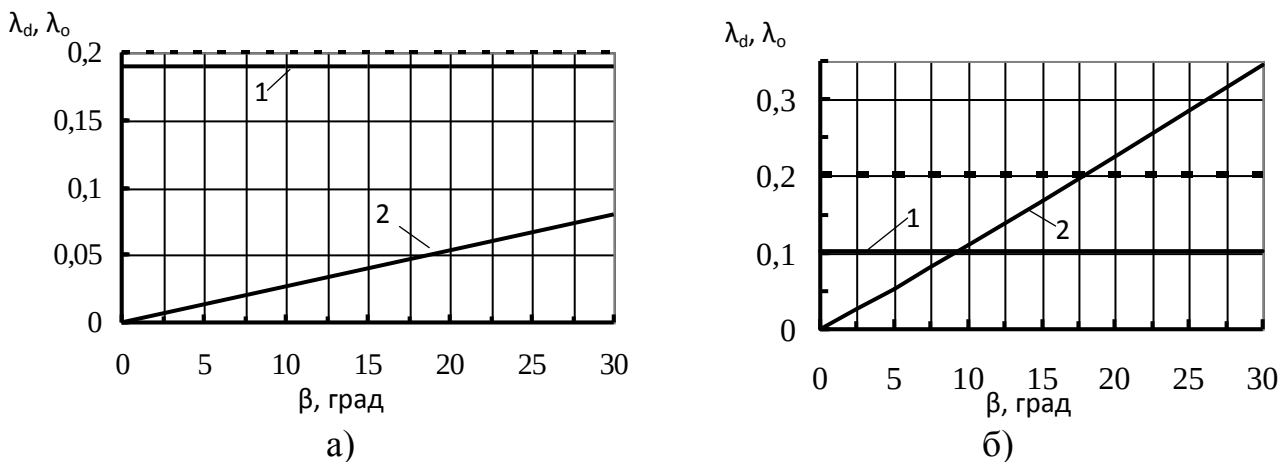


Рис. 2 – Залежність дійсного (1, λ_d) та необхідного (2, λ_o) значення показника керованості транспортного МТА від кута повороту керованих коліс трактора при куті нахилу поверхні шляху $\alpha = 0^\circ$ (а) и $\alpha = 12^\circ$ (б)

Розрахунки показують, що даний агрегат буде керованим і при непрямо-лінійному його переміщенні по шляху без нахилу. Це пояснюється тим, що значення λ_o у всьому діапазоні зміни кута повороту керованих коліс трактора β не перевищує 0,08 (лінія 2, рис. 2б), тобто виконується умова (5).

Нормативні документи багатьох країн передбачають, щоб трактор у складі того або іншого МТА міг стійко переборювати нахил шляху не менш $\alpha = 12^\circ$. У цьому випадку для розглянутого нами агрегату умова (1) при прямолінійному його русі не виконується, оскільки дійсне значення показника $\lambda_d = 0,1$ (лінія 1, рис. 2б).

При непрямолінійному переміщенні МТА буде управляємо тільки тоді, коли кут повороту керованих коліс трактора не перевищить 9° . За межами діапазону $\beta = 0 \dots 9 \dots 9^\circ$ умову (5) не виконується (лінія 2, рис. 2б).

Одним з передбачуваних шляхів рішення цієї проблеми є баластування переднього мосту трактора. Зі збільшенням параметра G_b вертикальне навантаження на керовані колеса енергетичного засобу (N_b), а разом з ним і показник λ_d , – ростуть. Але, як показують розрахунки, одночасно із цим збільшується й необхідне значення показника керованості, тобто λ_o (рис. 3).

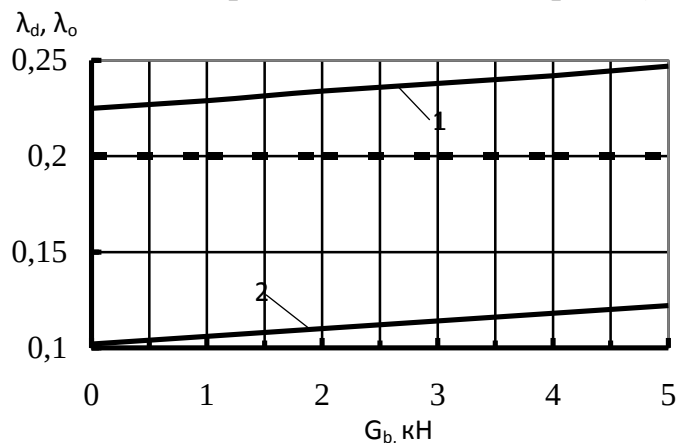


Рис. 3 – Залежність дійсного (1, λ_d) і необхідного (2, λ_o) значень показника керованості МТА від рівня баластування переднього мосту трактора

Звідси треба, що застосуванням баласту переднього мосту трактора проблему його керованості непрямолінійного руху при куті повороту керованих коліс трактора більше 9° вирішити неможливо.

Висновки. Для аналізу керованості машинно-тракторного агрегату варто використовувати показник, що враховує не тільки величину вертикального навантаження на керовані колеса енергетичного засобу, але й можливість їхнього повороту, а також відведення при відхиленні МТА від прямолінійного руху і його переміщенні під кутом до горизонту. Взаємозв'язок цих факторів задовільно описується визначеними залежностями.

Литература.

1. Кутьков Г.М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства. – М.: КОЛОСС, 204. – 504 с.
2. Хвостов В.А. Динамика самоходного трехосного агрегата для пропашных культур. / В.А. Хвостов, Н.В. Позов – Тракторы и сельхозмашины, 1987 №4. – С. 24 – 28.
3. Гячев Л.В. Устойчивость движения сельскохозяйственных машин и агрегатов. – М.: Машиностроение, 1981. – 206 с.

УДК [669 – 131: 669.14]: 620.178.3

INCREASE FORGED STEELS ENDURANCE

L. Bunina, Ph.D.

Tavria State Agrotechnical University

Summary: *are results of non-metallic inclusions form influence research on low-cycle endurance forged manganese steels are presented.*

Key words: *forged steels, low-cycle endurance, deoxidation, non-metallic inclusions, manganese steels, longitudinal sample, cross-sectional sample.*

The organization of problem. Resistance of forged steels to fracture under cyclic loads is one of the factors determining the durability of the products made from them. The morphology influence of the non-metallic inclusions and structure of the metal basis for the process of the wrought steel fracture has not been studied details. In connection with the fact that the final deoxidation (modification) is the most technological and economic method for control the structure formation processes began to study of the effect of ferrocerium modification on one of the indicators of the structural strength of steel – the low-cycle endurance has been studied. According to numerous published sources, the form of non-metallic inclusions plays a prominent role in the processes of fatigue cracks generation and alloys destruction under cyclic loading. However, these investigations do not fully explore the process of wrought steel destruction.

The fundamental materials of investigations. The purpose of this paper work was to investigate the effect of the ferrocerium modification compared to deoxidation aluminum of steels with low (0, 09%) and medium (0, 40%) carbon content on low-cycle endurance considering influence of technological texture.

The materials resistance fracture under low-cycle fatigue is called low-cycle endurance. Its criterion is a cyclic durability N - the number of cycles of stress or strain, with standing the sample before the formation of macro-cracking or breaking. In practice, there is a nominal limit of 50000 cycles, which separates the low-cycle fatigue from high-cycle fatigue. The other peculiarity of the research on low-cycle endurance is elastic-plastic deformation unlike elastic deformation at high-cycle endurance [1]. Were confirmed by the data the form of non-metallic inclusions influence on the intensity of crack formation [2, 3]: in particular, globular inclusions caused the formation of small cavities, the elongated inclusion of the second type has caused cracks of considerable length.

The role of non-metallic inclusions in the processes of destruction of manganese steels with iron-manganese sulphides and globular cerium inclusions of the cyclic alternating loads on longitudinal and cross-section at samples has been evaluated. The researching of the fatigue fracture mechanism has been conducted under deformation of 0, 35%, with, on the one hand, polished surface, being photographed after various number of cycles. The analysis of fracture micromechanism when studied low-cycle endurance showed that the largest extent

the processes of cracking facilitated to the inclusion of iron-manganese sulphides. Such inclusions were the emergence of microcracks, some of which resulted in the formation of major crack and further increase in the number of loads. In that case, when the line of action of tensile loads coincided with the direction of metal flow and inclusions under plastic deformation, the role of the inclusions in the process of nucleation and spreading of cracks sharply decreased, the microcracks appeared more often in inclusion (fig. 1, a). The most dangerous inclusions, which contributed to the accelerated fracture of steel, being found themselves as stretched nonmetallic inclusions in case when breaking load was normal to the direction of plastic deformation (fig. 1, b). In the field of globular forms inclusions the cracks were also formed, but their velocity of nucleation and growth lagged significantly behind the rate of nucleation and growth of cracks in the field of stretched inclusions (fig. 1, c, d).

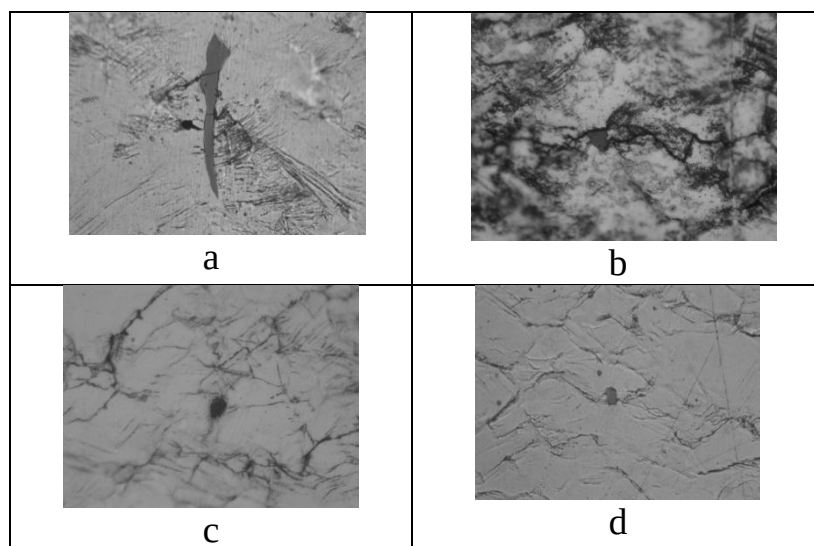


Fig. 1. The non-metallic inclusions content presence in the fracture of samples: 09Г deoxidation Al, longitudinal sample (a); 09Г deoxidation Al, cross-sectional sample (b); 09Г deoxidation Al+Ce, longitudinal sample (c); 09Г deoxidation Al+Ce, cross-sectional sample (d).

The influence of different types of non-metallic inclusions on low-cycle endurance has been studied at the wrought manganese steels 09Г and 40Г using two ways of deoxidation: aluminium; aluminium and ferrocerium. The samples were cut in the longitudinal and transverse directions of forged and polished the surface from one side. The influence of the final modification to the decrease of anisotropy endurance metal has been studied. Nonmetallic inclusions, which belonged to the inclusions of the second type in the case of external loads action across the direction of orientation inclusions, caused destruction of metal at much lower cycle variable loads than if the load were directed along the direction of inclusions. In that case, when steel was studied after deoxidation ferrocerium and aluminium with globular inclusions of the first type, the anisotropy of the properties decreased sharply (table 1).

Table 1

The stress intensity factors for kinetic diagrams fatigue, low-cycle endurance and K_{1C} of steels 09Г, 40Г and 50Г

Steel grade	Type of sample	ΔK_{th}	ΔK^*	ΔK_{fc}	Low-cycle endurance	K_{1C}
		$MPa \cdot m^{1/2}$			N, thousand cycle	$MPa \cdot m^{1/2}$
09Г	11 longitudinal	13	21	70	10,6	45,05
	11 cross-section	13	20	60	6	39,02
	12 longitudinal	14	22	80	10,9	66,5
	12 cross-section	14	22	80	8,6	60,1
50Г	41 longitudinal	12	23	89	8,8*	65,05
	41 cross-section	12	22	70	5,8*	54,82
	42 longitudinal	8,3	20	91	9,0*	86,6
	42 cross-section	8,3	20	91	8,2*	76,8

* Research has been conducted on steel 40Г

Conclusions. On the basis of the research having been conducted the conclusions showed he made that non-metallic globular inclusions wrought steel have the advantage over wrought steels with elongated non-metallic inclusions.

Literature.

1. Карпенко Г.В., Кацов К.Б., Кокотайло И.В., Руденко В.П. Малоцикловая усталость стали в рабочих средах / [Карпенко Г.В., Кацов К.Б., Кокотайло И.В., Руденко В.П.] – К.: Наукова думка, 1977. – 106 с.
2. Куслицкий А. Б. Неметаллические включения и усталость стали / Куслицкий А. Б. – К.: Техника, 1976. – 128 с.
3. Бельченко Г.И. Неметаллические включения и качество стали / Г.И. Бельченко, С.И. Губенко – К.: Техника, 1980. – 168 с.

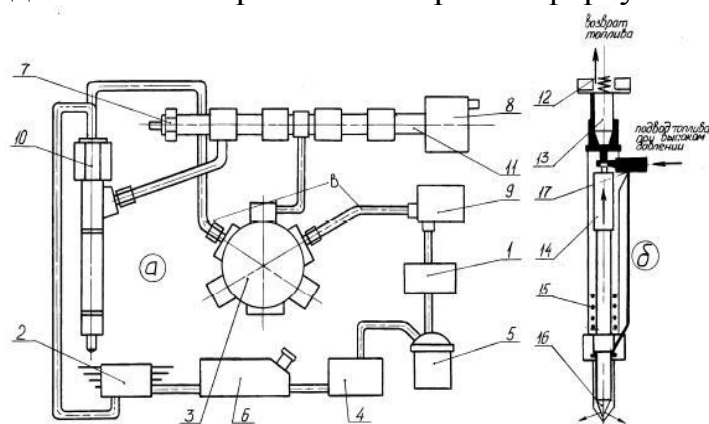
УДК 621.56.59

СИСТЕМА ВПРЫСКА COMMON RAIL ДЛЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Гуйва С.Д.

Таврійський Державний Агротехнологічний Університет

Системы впрыска Common Rail для дизельных двигателей, разработанные фирмой “Бош”, в последнее время все более привлекают внимание производителей. Работы системы аналогична принципу работы многоточечного впрыска у бензиновых двигателей. Количество впрыскиваемого в цилиндр топлива определяется давлением и временем открытия форсунок.



а-схема системы Common-Rail; б-магнитный клапан управления форсунки; 1-топливоподкачивающий насос; 2-охладитель топлива; 3-ТНВД; 4-устройство предварительного подогрева топлива; 5-главный топливный фильтр; 6-топливный бак; 7-датчик давления в центральном магистральном трубопроводе; 8-клапан регулировки давления; 9-клапан отсечки; 10-форсунка; 11-центральный магистральный трубопровод; 12-возврат просачивающегося топлива; 13-магнитный клапан с круглым седлом; 14-распределительный поршень; 15-пружина; 16-распылитель; 17-подвод высокого давления

Рис. 1 - Дизельная система впрыска Common-Rail:

Принцип работы этой системы основан на подаче топлива к форсункам от общего аккумулятора высокого давления – топливной рампой характеризуется впрыском топлива в цилиндр под очень высоким атмосферным давлением, благодаря чему автомобили, оснащенные данной системой, получили уменьшенный расход топлива на 15 процентов, в то время как мощность двигателя выросла почти на 40 процентов.

УДК 631.521

ОСОБЕННОСТИ ОППОЗИТНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Милаева И.И.

Таврический государственный агротехнологический университет

Оппозитный двигатель представляет собой форму устройства двигателя внутреннего сгорания автомобиля, имеющий особую структуру: его поршни расположены под развернутым углом и осуществляют движение в горизонтальной плоскости навстречу друг другу и в обратные стороны (друг от друга). Другая, соседняя пара поршней, располагается в одном положении (например, вверху).

Взаимодействие поршней внутри двигателя напоминает в чем-то боксерский раунд, отсюда и другое название устройства — боксер. Конструкция механизма предполагает установку каждого поршня на обособленных шейках коленчатого вала. Количество цилиндров в оппозитном двигателе может быть от 2 до 12-ти, но всегда четное. Наиболее популярны устройства с четырьмя и шестью цилиндрами (четырех- и шестицилиндровые боксеры).

К главным плюсам двигателя с горизонтально расположенными цилиндрами относят:

1. Способствует смещению центра тяжести. Масса распределяется около оси, что позволяет значительно улучшить управляемость машины. Для многих этот фактор является решающим при выборе двигателя и автомобиля, особенно это актуально для российских дорог.

2. Отсутствие вибрации при работе. Двигатели со стандартной структурой и вертикально расположенными цилиндрами в ходе работы вибрируют, передавая волны всей конструкции, что не очень комфортно для водителя.

3. Долгая работа. Ресурс оппозитного боксера, установленного в Subaru, настолько велик, что позволяет эксплуатировать автомобиль в течение длительного времени (его хватает более чем на миллион километров).

Несмотря на значительные преимущества, двигатель подобного типа имеет существенные недостатки, от которых разработчики пока не избавились:

- требует дорогостоящего обслуживания;
- часто ремонт двигателей обычного строения осуществляют самостоятельно или в автосалонах за небольшую сумму;
- однако в случае с оппозитным боксером это невозможно;
- его конструкция слишком сложна, поэтому монтаж лучше доверить профессионалам;

УДК 631.3.06: 631.95

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ РОБОТИ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТУ

Мітков В.Б., к.т.н., доц.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Summary: *An integrated approach to the definition of a generalized factor of the complex farm machinery ecological safety is proposed. The method allows to assess the complex farm machinery impact in the form of deterioration factor of the amount of units environmental parameters relative to their normative values. The integrated assessment of the eco-safety factor is carried out according to five categories of environmental safety of tractors and agricultural machinery.*

Keywords: *aggregate, compaction, exhaust gases, environmental safety, complex farm machinery, integrated factor.*

Постановка проблеми. Екологічна безпека під час роботи машинно-тракторного агрегату (МТА), це властивість мобільного засобу не перевищувати нормативний рівень показників по всім видам небезпечного впливу на персонал, населення, тваринний та рослинний міри. Це досягається конструктивними та діагностичними факторами під час експлуатації МЕЗ.

Багаторазові проходи по полю потужних, важких і різних за призначенням МТА призводять до розбалансування природного навколишнього середовища. При цьому негативний вплив МТА відбувається за такими напрямками: викиди відпрацьованих газів (ВГ) двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) ущільнення ґрунту та руйнування її структури в результаті впливу ходових систем мобільних енергетичних засобів та ґрунтообробних робочих органів.

Частка викидів ВГ від одних тільки тракторів перевищує 60% від загального обсягу викидів в атмосферу забруднюючих речовин і понад 75% від усіх мобільних енергетичних засобів [1].

В результаті багаторазових проходів енергонасичених агрегатів сумарна площа їх слідів на полі перевищує площу оброблюваного ділянки в 1,5-2 рази, і тільки 10-15% оброблюваної площі не зазнають впливу ходових систем МТА [2]. Це призводить до ущільнення орного і підорного горизонтів ґрунту на глибину від 0,7 до 1,0 м [3]. Висока щільність призводить до погіршення фізико-біологічних властивостей ґрунту, це ускладнює проникнення коренів у нижні горизонти та вологи, поживні речовини залишаються недоступними рослинам, погіршуються умови життєдіяльності мікроорганізмів [4].

Все це вимагає комплексного розгляду і вирішення даної **народногосподарської проблеми**. Однак її виконання практично неможливо без рішення відповідної науково-технічної проблеми. Суть її полягає в комплексному вивченні і оцінці впливу МТА на навколишнє природне середовище й розробці екологічних критеріїв, що дозволяють управляти екологічною безпекою при роботі МТА.

Метою є визначення і збереження природно-екологічного балансу під час роботи МТА - шляхом розробки та впровадження комплексних науково-обґрунтованих критеріїв оцінки та визначення можливостей управління системою екологічної безпеки агрегатів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Розробити науково-методологічні основи з вибору критеріїв оцінки екологічної безпеки роботи МТА зі створенням системи управління екологічною безпекою;
2. Розробити математичну модель управління процесами забезпечення екологічної безпеки при використанні різних МТА.

Науково-методичною основою виконання перелічених завдань є системний підхід до вирішення екологічних проблем, що виникають при експлуатації МТА та інших сільськогосподарських енергетичних засобів.

В даний час відомі [2,4,5,6] дослідження, які розглядають питання впливу техніки на погіршення стану ґрунту, а також роботи [1], які вивчають погіршення екологічної безпеки від шкідливих викидів ДВЗ.

Однак на сьогоднішній день комплексного вирішення проблеми не існує. Узагальнений коефіцієнт екологічної безпеки ($УК_{\text{еб}}$) від впливу роботи МТА можна представити у вигляді відносного коефіцієнта погіршення суми екологічних параметрів агрегатів, віднесених до їх нормативних значень.

$$\begin{aligned} UK_{\text{еб}} = & K_{U_i} \cdot U_{ki}/U_i + K_F \cdot F_{ki}/F_i + SK_{Ti} + K_N \cdot N_{ki}/N_i + K_{CO} \cdot g_{COki}/g_{COi} + \\ & K_{CH} \cdot g_{CHki}/g_{CHi} + K_{NOx} \cdot g_{NOxki}/g_{NOxi} + \\ & K_{L1} \cdot L_{1k}/L_1 + K_{L2} \cdot L_{2k}/L_2 + K_{L3} \cdot L_{3k}/L_3 + K_N \cdot N_{Kx,x}/N_{x,x} + K_{CO} \cdot g_{COKx,x}/g_{COx,x} + \\ & + K_{CH} \cdot g_{CHKx,x}/g_{CHx,x} + K_{отх}, \end{aligned} \quad (1)$$

де K_{U_i} - механічне руйнування ґрунту; K_{Ti} - забруднення нафтопродуктами; K_F - коефіцієнт впливу від тиску рушів трактора; K_{Ni} - димність ВГ; K_{COi} - викиди окису вуглецю; K_{CHi} - викиди вуглеводнів; K_{NOxi} - викиди окислів азоту; K_{L1} - шум внутрішній; K_{L2} - шум зовнішній; K_{L3} - вібрація, передана технічним засобом навколишньому середовищу; $K_{отх}$ - вагомість технологічних відходів МТА; U_{ki} , N_{ki} , g_{COki} , g_{CHki} , g_{NOxki} , $L_{1k} \dots L_{3k}$ - контрольні заміри відповідно механічного руйнування ґрунту, концентрації викидів вуглецю, вуглеводнів, окислів азоту, шуму внутрішнього, зовнішнього, вібрації; U_i , N_i , g_{COi} , g_{CHi} , g_{NOxi} , $L_1 \dots L_3$ - нормативні значення екологічних показників згідно до державних стандартів; F_{ki} , F_i - питомий тиск рушіями трактора на ґрунт відповідно при випробуванні і рекомендоване; $N_{Kx,x}$, $g_{COKx,x}$, $g_{CHKx,x}$ - контрольні заміри димності, концентрації окису вуглецю та вуглеводнів відповідно в ВГ на холостих обертах дизеля.

Узагальнений коефіцієнт екологічної безпеки ($УК_{\text{еб}}$) від впливу МТА можна оцінювати по п'яти [8] категоріям екологічної безпеки (ЕБ):

- 1) **Вища або перспективна.** Коефіцієнт екологічної безпеки ($К_{\text{еб}} < 0,90$);
- 2) **Гарна** ($К_{\text{еб}} < 0,95$);
- 3) **Задовільна** ($К_{\text{еб}} < 1,2$);

4) Незадовільна ($K_{\text{еб}} = 1,2$);

5) Неприпустима ($K_{\text{еб}} > 1,2$).

Висновки. Можливим шляхом забезпечення ЕБ тракторів і самохідної сільськогосподарської техніки в даний час є комплексне вирішення екологічних та технічних проблем, в основу яких має бути покладений еколого-технічний критерій. Сутність цього критерію полягає в оптимальному поєднанні конструктивно-технологічних заходів при виробництві та експлуатації сільськогосподарської машини, спрямованих на забезпечення виробничої безпеки та мінімально шкідливих впливів цієї машини на навколишнє середовище. Для визначення приналежності машини до тієї чи іншої категорії безпеки необхідно розрахувати сумарний шкідливий ефект від її використання за допомогою узагальненого коефіцієнта екологічної безпеки.

Література.

1. Стрельников В.А. Повышение экологической безопасности автотранспортных дизелей путем разработки и совершенствования методов и технических средств очистки отработавших газов. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. Саратов: СГАУ, 2004.
2. Карапетян М.А. Повышение эффективности технологических процессов путем уменьшения уплотнения почв ходовыми системами сельскохозяйственных тракторов. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук., М.:ФГОУ ВПО МГУП., 2010
3. Ксенович И.П. О стабилизации параметров экологической безопасности тракторов / И.П. Ксенович, А.Я. Поляк, В.Г. Швецов // Тракторы и сельскохозяйственные машины, 2007. - №3 – с.16-19.
4. Кушнарков А.С. Новые научные подходы к выбору способа обработки почвы / А.С. Кушнарков, В. Кравчук // Техника и технологи АПК. - №5.- 2010.- с.6-10.
5. Гайко С.Н. Совершенствование процесса механизированной обработки почвы способом копания. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук., зерноград: 2001.
6. Гордієнко В.П. Землеробство / Гордієнко В.Г., Геркіял О.М., Опришко В.П., К.: «Вища школа», 1991.- 276с.
7. Бегей С.В. Екологічне землеробство: Підручник / С.В. Бегей, А.І. Шувар.- Львів: , «Новий світ – 2000», 2007.-429с.
8. Мисун Л.В. Инженерная экология в АПК. Пособие / Л.В.Мисун , И.Н. Мисун., В.М. Гришук. Электронная версия – Мн.: БГАТУ, 2007.- 302с.

УДК 631.363

ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ БУНКЕРА ПОДРІБНЮВАЧА-ЗМІШУВАЧА КОРМІВ З ВЕРТИКАЛЬНИМ КОНІЧНИМ ШНЕКОМ

Дереза С.В., ст. викладач

Таврійський державний агротехнологічний університет

Summary: Applying the proposed method of calculation can determine the amount of the bunker and its main technological and operational parameters

Keywords: cattle-feeder, mixer, bunker, auger, feed component, feed mixture, zone of growing shallow, zone of mixing

Постановка проблеми. В технологічних лініях годівлі ВРХ застосовуються кормоприготувальні агрегати, які мають різну форму бункерів, а відповідно і, робочі органи, яких взаємодіють із кормовими матеріалами, що мають різні фізико-механічні властивості, це приводить до індивідуального підходу при проектуванні та розрахунку машин для тваринництва [1].

Основні матеріали дослідження. Процеси, які відбуваються у кормоприготувальному агрегаті досить складні. Оскільки кормоприготувальний агрегат здійснює перетворення кормових компонентів різних за своїми фізико-механічними властивостями у кормову суміш, відповідно повинні бути враховані усі можливі варіанти властивостей, які будуть впливати на якісні показники останньої.

Для ефективного змішування та подрібнення в кормоприготувальному агрегаті повинно відбуватись зсування шарів корму та забезпечуватись турбулентний рух матеріалу. Для цієї мети служить багато пристосувань. Найбільш ефективним виходячи з того, що в кормоприготувальному агрегаті відбувається приготування порції корму є вертикально розміщений гвинтовий транспортер (шнек) із змінним діаметром витка. Беручи до уваги, що кут природного схилу для кожного компоненту кормового раціону різний, для вихідних умов потрібно вибрати той компонент, масова частка раціону якого становить максимум та має достатньо великий кут природного схилу. Таким кормовим компонентом є, як правило, силос або сінаж.

Всередині бункера кормоприготувального агрегату (КПА) є чотири основні зони: дві подрібнення та дві змішування.

Бункер КПА складається із двох основ нижньої та верхньої. Нижня основа бункера має форму кола, а верхня складається із двох радіусів нижньої основи з центрами віддаленими від осьової нижньої основи на величину $L/2$ (рис. 1).

Об'єм та форма бункера буде залежати від висоти H , між нижньою та верхньою основами. Об'єм бункера складається з суми об'ємів циліндра і призми.

$$V_o = (\pi R^2 H + 2LHR) \cdot 1,15 \dots 1,20 \quad (1)$$

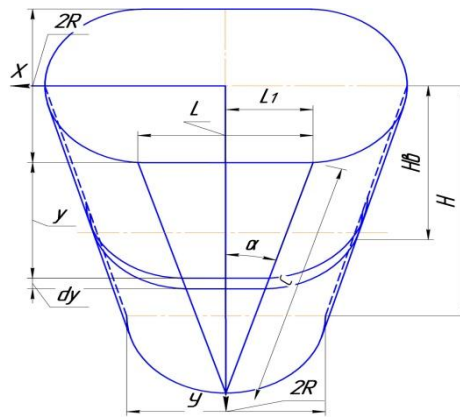


Рис. 1 - Бункер кормоприготувального агрегату.

Визначаємо радіус нижньої основи бункера.

$$R = \frac{LH \pm \sqrt{L^2 H^2 + \frac{4V_0 \pi H}{1,15 \dots 1,20}}}{2\pi H} \quad (2)$$

У формулі 2 одним із невідомих є величина L . Висота H буде залежати від параметрів обслуговуючих машин, висоти приміщень та міркувань безпечної експлуатації КПА. Для подальшого проектування потрібно визначити кут α (кут встановлення стінки по відношенню до вертикальної осі КПА) та розглянути процеси, які проходять у КПА під час роботи. Кормові компоненти, які подаються в КПА мають різні фізико-механічні властивості, а згідно зоотехнічних вимог кормова суміш повинна мати високу рівномірність змішування, а величина часток наближатись до розмірів 15-20 мм. Враховуючи форму бункера (рис. 1) розглянемо рух кормових компонентів в бункері.

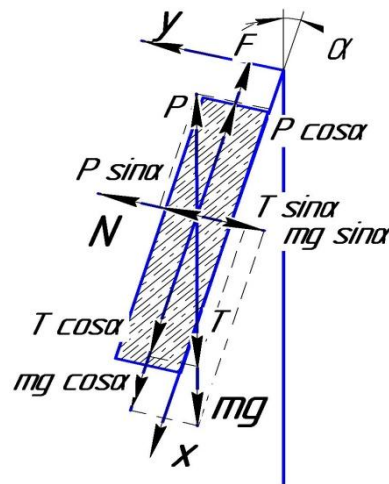


Рис.2 - Схема дії сил на шар корму, який рухається по стінці бункера.

При цьому процес подрібнення відбувається при переході з розширеної зони до звуженої, а змішування вимагає збільшення простору. Також згідно зоотехнічних вимог до роботи КПА в середині бункера не повинно бути застійних зон. Кормові компоненти з однаковою швидкістю повинні рухатись до низу по похилих стінках бункера КПА.

На (рис. 2) приведено похилу під кутом α до вертикалі площину стінки бункера на якій розміщено шар кормової суміші. На останній діють наступні сили: тяжіння – mg , тертя – F , опору середовища P , тиску корму – T , нормальна реакція площини – N .

З умови рівноваги сил маємо

$$\sum P_x = mg \cos \alpha + T \cos \alpha - P \cos \alpha - F < 0 \quad (3)$$

$$\sum P_y = N + P \sin \alpha - T \sin \alpha - mg \sin \alpha = 0 \quad (4)$$

Сила тиску T на поверхню борта бункера у будь-якому місці висотою dy дорівнює

$$dT = \gamma \frac{\pi R \beta}{180} \cdot y dy \quad (5)$$

де γ – питома вага корму, Н/м^3 ;

β – кут сектора бункера (становить 180°).

Зробивши відповідну підстановку, діючих на шар корму сил, запишемо рівняння 4 у вигляді

$$\sum P_y = \frac{\gamma \pi R \beta H^2}{360} + \frac{\gamma \pi R \beta H^2}{360} \cdot f_k \cdot \sin \alpha - \frac{\gamma \pi R \beta H^2}{360} \cdot \sin \alpha - \frac{\gamma \pi R \beta H^2}{360} \cdot \sin \alpha = 0$$

$$\frac{\gamma \pi R \beta H^2}{360} = -\frac{\gamma \pi R \beta H^2}{360} \cdot f_k \cdot \sin \alpha + 2 \frac{\gamma \pi R \beta H^2}{360} \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{1}{2 - f_k}$$

$$\alpha = \arcsin \frac{1}{2 - f_k}.$$

При такому куті встановлення стінки бункера кормова суміш буде в стані максимально наближеної до початку руху. Це означає, що при проектуванні кут α потрібно вибирати в сторону зменшення.

Знаходимо величину $L_1 = L/2$. Для цього використаємо теорему Піфагора

$$H^2 + L_1^2 = c^2 \quad (6)$$

$$c = \frac{H}{\cos \alpha} \quad (7)$$

$$L_1 = \sqrt{\left(\frac{H}{\cos \alpha}\right)^2 - H^2} \quad (8)$$

Висновки. Застосувавши запропоновану методику розрахунку можна визначити об'єм бункера і його основні технологічні та експлуатаційні параметри.

Література.

1. Ревенко І. Сучасний ринок засобів роздавання кормів рогатій худобі/ І. Ревенко, Т. Лісовенко, В. Хмельовський // Пропозиція. – 2008. – № 9. – С. 106-114.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СЕПАРАЦИИ ЗЕРНА ЧЕРЕЗ СЛОЙ ОЧЕСАННОГО ВОРОХА

Леженкин И. А., инж.

Таврический государственный агротехнологический университет

Summary: the mathematical model of grain separation through the layer oceanog heap, which establishes the dependence between the probability of passing the grain through a straw and the distance between solomine.

Keywords: oceany heap, weevil, straw, the probability of screening the mathematical model, separation.

Постановка проблемы. Как известно, очесанный ворох представляет собой четырехкомпонентную смесь, состоящую из свободного зерна, соломы, оборванных колосков и половы. В результате проведенных полевых исследований установлено среднее содержание каждого компонента в очесанном ворохе, а именно свободного зерна – 53,77% [1], соломы – 3,2% [2], оборванных колосков – 4,3% [3] и половы – 8,86% [4].

Разделить такую зерносоломистую смесь на существующих ворохоочистителях невозможно. Поэтому необходимо разработать ворохоочиститель для обработки очесанного вороха. Разработка ворохоочистителя тесным образом связана с научным обоснованием сепарации очесанного вороха зерновых, в основе которого лежит математическое моделирование процесса прохождения зерен через слои очесанного вороха зерновых. В связи с чем встает задача построения математической модели сепарации зерна через слой очесанного вороха.

Основные материалы исследования. При просеивании зерновок через две соломины, возможны несколько случаев, которые обусловлены взаимным расположением соломин и отношением размеров зерновки к расстоянию между соломинами. Первый случай – расстояние между соломинками больше суммы длины зерновки и диаметра соломины, второй случай – расстояние между соломинами меньше суммы длины зерновки и диаметра соломины, второй случай – расстояние между соломинами меньше суммы диаметра соломы и длины зерновки и больше суммы диаметров соломы и зерновки и третий случай – расстояние между соломинами меньше суммы диаметра соломины и зерновки.

Для первого случая вероятность непросеивания зерна через один слой соломы выражается формулой:

$$p^I = \frac{r_c (\tau_{[0.5;1]} \tau_{(0;1]} + 2\tau_{[0.5;1]} + \tau_{(0;1]})}{4\tau_{[0.5;1]} \tau_{(0;1]} \rho}. \quad (1)$$

Второй случай имеет два подслучая и для каждого из них вероятность непросеивания определится из соотношений:

$$p^{\text{II}} = p^{\text{I}} + \frac{(l-r_3)(\tau_{[0.5;1]} \tau_{(0;1]} + 2\tau_{[0.5;1]} + \tau_{(0;1]})}{4\tau_{[0.5;1]} \tau_{(0;1]} \pi \rho} \times \left[\sqrt{1-(\lambda^{\text{I}})^2} - \lambda^{\text{I}} \arccos \lambda^{\text{I}} \right]; \quad (2)$$

$$p^{\text{III}} = p^{\text{I}} + \frac{(l-r_3)(\tau_{[0.5;1]} \tau_{(0;1]} + 2\tau_{[0.5;1]} + \tau_{(0;1]})}{4\tau_{[0.5;1]} \tau_{(0;1]} \pi \rho} \times \left[\sqrt{1-(\lambda^{\text{I}})^2} - \lambda^{\text{I}} \arccos \lambda^{\text{I}} - \sqrt{1-(\lambda^{\text{II}})^2} - \lambda^{\text{II}} \arccos \lambda^{\text{II}} \right]. \quad (3)$$

В третьем случае вероятность непросеивания равна 1, т.е.

$$p^{\text{IV}} = 1. \quad (4)$$

где r_c – радиус соломины;

ρ^{I} – вероятность непросеивания зерна для первого случая;

ρ^{II} – вероятность непросеивания зерна для первого подслучая второго случая;

ρ^{III} – вероятность непросеивания зерна для второго подслучая второго случая;

ρ^{IV} – вероятность непросеивания зерна для третьего случая;

2ρ – расстояние между осями соломин;

τ – параметр, который характеризует изменение ρ . При использовании параметра τ , вероятность будет представлять из себя среднее арифметическое вероятностей, в тех формулах, в которых будут использоваться разные значения параметра τ ;

λ^{I} – обозначение, численное равное $\lambda^{\text{I}} = \frac{a-r_3}{l-r_3}$;

$2r_3$ – ширина зерновки;

$2l$ – длина зерновки;

a – обозначение, численное равное $a = \rho - r_c$;

λ^{II} – обозначение, численное равное $\lambda^{\text{II}} = \frac{2a-r_3}{l-r_3}$.

Исходя из полученных результатов вычисления вероятности непросеивания зерна для каждого из случаев математическую модель можно представить в виде системы линейных уравнений:

$$p_e = \begin{cases} p^{\text{I}} = \frac{r_c(\tau_{[0.5;1]} \tau_{(0;1]} + 2\tau_{[0.5;1]} + \tau_{(0;1]})}{4\tau_{[0.5;1]} \tau_{(0;1]} \rho}; \\ p^{\text{II}} = p^{\text{I}} + \frac{(l-r_3)(\tau_{[0.5;1]} \tau_{(0;1]} + 2\tau_{[0.5;1]} + \tau_{(0;1]})}{4\tau_{[0.5;1]} \tau_{(0;1]} \pi \rho} \times \\ \times \left[\sqrt{1-(\lambda^{\text{I}})^2} - \lambda^{\text{I}} \arccos \lambda^{\text{I}} \right]; \\ p^{\text{III}} = p^{\text{I}} + \frac{(l-r_3)(\tau_{[0.5;1]} \tau_{(0;1]} + 2\tau_{[0.5;1]} + \tau_{(0;1]})}{4\tau_{[0.5;1]} \tau_{(0;1]} \pi \rho} \times \\ \times \left[\sqrt{1-(\lambda^{\text{I}})^2} - \lambda^{\text{I}} \arccos \lambda^{\text{I}} - \sqrt{1-(\lambda^{\text{II}})^2} - \lambda^{\text{II}} \arccos \lambda^{\text{II}} \right]; \\ p^{\text{IV}} = 1. \end{cases} \quad (5)$$

После вычисления вероятности непросеивания зерна через слой соломы вероятность просеивания можно определить из формулы:

$$P = 1 - pe. \quad (6)$$

Выводы. Построена математическая модель просеивания зерна через слой очесанного вороха, которая устанавливает зависимость между вероятностью прохождения зерна сквозь солому и расстоянием между соломинками с учетом взаимного расположения соломин и отношением размеров зерновки к расстоянию между соломинами.

Литература.

1. *Леженкин И. А.* Статистический анализ содержания свободного зерна в очесанном ворохе озимой пшеницы / И. А. Леженкин // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь, 2013. – Вип. 13. – Т. 2 – С. 183-189.
2. *Леженкин И. А.* Математическая модель содержания соломы в очесанном ворохе озимой пшеницы / И. А. Леженкин // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь, 2013. – Вип. 13. – Т. 3. – С. 57-62.
3. *Леженкин И. А.* Анализ содержания оборванных колосков в очесанном ворохе озимой пшеницы / И. А. Леженкин // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь, 2012. – Вип. 12. – Т. 5 – С. 149-154.
4. *Леженкин И. А.* Статистическая модель содержания половы в очесанном ворохе озимой пшеницы / И. А. Леженкин // Вісник ХНТУСГ імені Петра Василенка. – Харків, 2013. – Вип. 132. Технічні системи і технології тваринництва. – С. 355-360.

УДК. 631.3.002.5

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА

Михайлов Е.В., д.т.н.

Таврический государственный агротехнологический университет

Summary: the article presents improving the efficiency of post-harvest handling of seed and commercial grain by forming the methodology of study of composition and functional parameters of technical means.

Keywords: simulation, systems, postharvest, processing, grain.

Постановка проблемы. К перечню важнейших технологических требований, предъявляемых к ПУОЗ входят поточность (критерий минимума затрат), качество обрабатываемой продукции и показатель потерь зерна. При рациональном обосновании основных параметров ЗОМ и агрегатов могут быть правильно организованы технологические процессы, которые отвечают этим требованиям. При этом учитывается сложный характер взаимодействия уборочной техники (поступление исходного материала на зернокомплексы), транспортных средств и машин для ПУОЗ, погодных условий и характеристик зерновых материалов - засоренности, влажности, натуры и др.

Вышеупомянутые особенности предусматривают необходимость в системном подходе и использовании вероятностных методов системного анализа, в частности, имитационного моделирования - одного из наиболее мощных и универсальных методов изучения процесса функционирования объектов сложной структуры [1].

Основные материалы исследования. Цель исследования – повышение эффективности послеуборочной обработки семенного и товарного зерна путем формирования методологии обоснования состава и функциональных параметров технических средств.

Задачи исследования.

1. Дать оценку уровня технической оснащенности послеуборочной обработки зерна в хозяйствах юга Украины
2. Разработать методологию покомпонентной процедуры обоснования состава и функциональных параметров систем послеуборочной обработки зерна.

Объект исследований - технологический процесс послеуборочной обработки зерна в условиях хозяйств юга Украины.

Проведенным анализом состояния технологий ПУОЗ установлено, что мощности существующих в Украине поточных технологических линий обеспечивают обработку в среднем только 50...60% зернового материала, поступающего за сутки от комбайнов. При перевалочном методе обработки зерна эксплуатационные расходы увеличиваются в 2...5 раз по сравнению с использованием поточной технологии. Уровни технической оснащенности и энерговооруженности смежных хозяйств одного района (области), которые имеют пример-

но одинаковый валовой сбор зерна, отличаются в 2...3 раза, а эксплуатационные расходы - до 5 раз. Определено, что одной из основных причин такого положения является недостаточная эффективность существующих методик подбора состава и функциональных параметров зернокомплексов, что не позволяет учитывать реальные производительности машин и оборудования, и вероятно - статистическую природу условий их функционирования [2-10].

Выводы:

1. Проведенным анализом состояния технологий ПУОЗ установлено, что мощности существующих в Украине поточных технологических линий обеспечивают обработку в среднем только 50...60% зернового материала, поступающего за сутки от комбайнов. При перевалочном методе обработки зерна эксплуатационные расходы увеличиваются в 2...5 раз по сравнению с использованием поточной технологии. Перспективный подбор состава и функциональных параметров технических средств для проектируемых и реконструируемых зернокомплексов должен обосновываться на валовом сборе зерна для классов хозяйств и обеспечении принципа поточности применяемых технологий.

2. Разработана методика прогнозирования качественных показателей зерноочистительных машин с помощью регрессионных математических моделей функционирования объектов послеуборочной обработки зерна. Ее особенность заключается в использовании метода идентификации, многопараметрических регрессионных моделей и предоставлении многомерных моделей в виде одномерных. Определены оценочные показатели и критерии их оптимальности, являющихся основанием получения регрессионных моделей прогнозирования качества функционирования серийных и экспериментальных машин и агрегатов в производственных условиях.

3. Разработан алгоритм покомпонентной процедуры обоснования состава и функциональных параметров технических средств послеуборочной обработки зерна. Это способствует развитию технического прогресса в скорости освоения новых технологий послеуборочной обработки зерна. При этом в 2-3 раза уменьшаются приведенные затраты на проектирование, строительство и проведение натурных испытаний зернокомплексов.

Литература.

1. Михайлов Є. В. Післязбиральна обробка зерна у господарствах півдня України / Є. В. Михайлов.- Мелітополь: Люкс. 2012. - 260 с.
2. Испытания сельскохозяйственной техники // С. В. Кардашевский, Л. В. Погорелый, Г. М. Фудиман, П. И. Лобко, В. В. Брей. - М.: Машиностроение, 1979. - 288 с.
3. Погорелый Л. В. Инженерные методы испытания сельскохозяйственных машин / Л. В. Погорелый. - К.: Техника, 1981. - 185 с.
4. Елизаров В. П. Предприятия послеуборочной обработки и хранения зерна (расчет на ЕОМ) / В. П. Елизаров.- М.: Колос, 1977. - 216 с.
5. Бусленко Н. П. Моделирование сложных систем / Н. П. Бусленко.- М.: Наука, 1968. - 365 с.

6. Еникеев В. Г. Вопросы совершенствования технической оснащённости сельского хозяйства / В. Г. Еникеев // Науч. труды ЛСХИ. - Л., 1976. - Т. 301. - С. 16 - 27.

7. Пашичев П. Л. Оценка качества технической оснащённости сельскохозяйственного производства с учетом вероятностных параметров / П. Л. Пашичев // Науч. труды ЛСХИ. - Л., 1980. - Т. 388. - С. 27 - 29.

8. Лурье А.Б. Основы теории эффективности функционирования рабочих процессов сельскохозяйственных машин и их систем управления / А. Б. Лурье // Науч. труды ЛСХИ. - Л., 1981. - Т. 415.- С. 3 - 6.

9. Бусленко В. Н. Автоматизация имитационного моделирования сложных систем / В.Н. Бусленко. - М.: Наука, 1977. - 249 с.

10. Михайлов Є.В. Методологія обґрунтування складу та функціональних параметрів технічних засобів післяборочної обробки зерна (на прикладі Юга України): дис...докт. техн.. наук/ Є.В. Михайлов. - Мелітополь, 2014 – 413с.

УДК 631.3.002.5

АЕРОДИНАМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СКЛАДОВИХ ОЛІЙНОЇ СИРОВИНИ СОНЯШНИКУ

Задосна Н.О., асп.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Summary: the article presents analysis of the results of determination of the dead velocity and the coefficient of the wind resistance of basis the sunflower seeds heap.

Keywords: sunflower seeds, critical speed greeting constituents oilseeds sunflower.

Постанова проблеми. Насіннєвий ворох соняшнику, що надходить з бункера комбайна, в більшості випадків має підвищену вологість і містить значну кількість домішок. При рекомендованих строках збирання вологість насіння становить 12 ... 14%, вміст вологи в стеблах - 37 ... 52%; в кошиках - 57 ... 68% [1]. Тому, потрапляючи в бункер з сухим насінням, рослинні залишки зволожують їх. Здавати таке насіння на приймальні пункти або маслозаводи недоцільно, що вимагає їх обов'язкового попереднього очищення, сушки, так як в іншому випадку це призводить до самозігрівання, псування, розвитку шкідників і хвороб, підвищення кислотності, на усунення чого потрібні значні витрати [2].

На початковому етапі очистки найбільш часто поділ складових вороха насіння соняшнику відбувається з урахуванням його аеродинамічних властивостей та особисто критичних швидкостей вітання.

Високопродуктивні машини попереднього очищення зерна, як правило, [3,4,5] використовують принцип поділу частинок в повітряному потоці. Незважаючи на широке використання явища руху матеріальних частинок в сучасних зерноочисних машинах, пов'язаних з сепарацією складових зернового вороху, кількісні закономірності руху тіл з урахуванням опору повітряного середовища і сьогодні потребують досліджень [6].

Особливо це відноситься до вороху насіння соняшнику та його складових, вивченість яких недостатня, що робить проблему післязбиральної обробки соняшнику актуальною.

Основні матеріали дослідження. Підвищення ефективності роботи пневмосепаратору шляхом визначення значень аеродинамічних характеристик олійної сировини соняшнику, що надходить на післязбиральну обробку.

Визначено фракційний склад вороху соняшнику (відповідно до ДСТУ 4694: 2006): прохід крізь сито ($\phi 3$ мм), схід з сита ($\phi 3$ мм), мінеральні домішки, органічні домішки, олійні домішки.

До смітєвих домішок відносять: весь прохід крізь сито з вічками діаметром 3,0 мм; мінеральну домішку - грудочки землі, гальку, шлаки і т.п.; органічну примісь - лушпіння, залишки листя, стебел, кошиків і т.п.; порожні насіння без ядра; насіння усіх диких та культурних рослин; насіння соняшнику з явно зіпсованим ядром чорного кольору.

До олійним домішок відносять: схід з сита з отворами діаметром 3,0 мм щуплі, пошкоджені насіння соняшнику (повністю або частково обвалені, биті, роздавлені, з неміцною лушпинням), дроблені (із залишками ядра менше половини).

Взяття проб, відповідно до методики здійснювали на пункті прийому олійної сировини олійноекстракційного заводу. Вибірка склала 60 проб.

У роботі отримані результати та зроблен аналіз аеродинамічних властивостей насіння соняшнику та його складових, що надходять на зерноочисні комплекси та олійноекстракційні заводи півдня України.

Висновки. 1. Аналіз отриманих значень показує, що олійна домішка, яка включає в себе щуплі, подрібнені та пошкоджені насіння, по своїм діапазону критичної швидкості витання практично входить до складу повноцінного насіння соняшнику за винятком частини подрібнених, які разом з легкими домішками підуть у відходи.

2. Легкі домішки, частково знаходяться в середині діапазону критичних швидкостей повноцінного насіння і велика їх частина може бути відокремлена повітряним потоком. Аналіз результатів значень критичних швидкостей, складових вороху соняшнику, показує, що можливо лише часткове виділення їх зі складу вороху.

3. Аналіз аеродинамічних властивостей крупних домішок, показує, що найбільший діапазон критичної швидкості знаходиться саме у цієї категорії домішок. В той же час велика кількість крупних домішок за характеристикою входить до складу інших домішок, а отже їх виділення можливе за умови обробки насінневого вороху на пневмосепараторах з використанням як повітряних потоків, так і решіт.

4. Аналіз значень критичних швидкостей насіння інших рослин показав, що їх наявність, з 60 -ти проб має місце всього в п'ятьох пробах. Аналіз результатів значень критичних швидкостей, насіння інших рослин і бур'янів, свідчить, що виділити їх із складу вороху соняшнику повітряним потоком не представляється можливим.

Література.

1. Буряков, Ю.П. Индустриальная технология подсолнечника / Ю.П. Буряков. М.: Высшая школа, 1983. - 192 с.
2. Михайлов Е.В. Свойства семян подсолнечника и показатели качества масличного сырья, поступающего на Мелитопольский маслоэкстракционный завод./ Е.В. Михайлов, Н.А.Задосная. Праці таврійського державного агротехнологічного університету. Вип.13.т.3. : - Мелітополь: ТДАТУ, 2013.-с. 118...123.
3. Михайлов Е.В.Аспекти методики визначення параметрів повітряного потоку в пневмосистемі машини попереднього очищення зерна / Е.В. Михайлов, О.О. Білокопитов, М.П. Кольцов // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. — Мелітополь, 2010. -Вип. 11, т. 1.- с.242-250.

4. Є.В. Михайлов. Аналіз пневматичних систем зерноочисних машин та удосконалення їх класифікації /Михайлов Є.В., Білокопитов О.О., Задосна Н.О., Д.В. Сердюк // Праці таврійського державного агротехнологічного університету. Вип.12.т.5.: - Мелітополь: ТДАТУ, 2012.- с. 50...61.

5. Пат. № 61469 U Україна, МПКВ07В1/28. Решітний сепаратор /Є.В. Михайлов, О.О. Білокопитов, В.С. Дудка, А.В. Перетяцько; Заявник та патентовласник Таврійський державний агротехнологічний університет. заявл. 23.11.2010; опубл. 25.07.2011, Бюл. № 14. - 4 с.

УДК 631.363

ВПЛИВ ФАКТОРІВ НА ПРОЦЕС ЧИЗЕЛЮВАННЯ ҐРУНТУ

Глевський О.О., інженер

Кувачов В.П., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Анотація – наведено методику та результати психологічного експерименту по визначенню факторів, що впливають на процес чизелювання ґрунту.

Ключові слова – глибокий обробіток ґрунту, чизелювання, психологічний експеримент.

Постановка задачі. В умовах півдня України однією з головних задач обробітку ґрунту є створення умов для накопичення, збереження і раціонального використання атмосферних опадів у ґрунті та попередження розвитку ерозійних процесів [1].

Одним з основних факторів, що впливає на формування врожаю зернових культур, є волога. Цю задачу повною мірою вирішує ґрунтозахисна безполицева технологія обробітку ґрунту на глибину до 50см.

Аналіз останніх досліджень. Чизельні робочі органи широко представлені в системі машин для обробітку ґрунту. Це насамперед, чизельні плуги, чизельні культиватори. Чизелювання на глибину до 50 см дозволяє одержати на 20...25% більший врожай. Завдяки більшому накопиченню вологи в нижніх шарах ґрунту [2].

Для нормального протікання технологічного процесу обробки глибокого обробітку ґрунту, треба витримати ряд конструктивних, режимних, а також технологічних параметрів.

Формулювання цілей статті. Метою даної публікації є визначення ступеня впливу різних показників на глибокий обробіток ґрунту.

Метод дослідження. При розгляданні процесу глибокого обробітку ґрунту до найбільш значимих відносять такі критерії оптимізації:

- стабільність ходу по глибині, %;
- питомий тяговий опір процесу обробітку ґрунту кН/м^2 .

Вони практично забезпечують виконання головної задачі підготовку ґрунту в умовах півдня України.

Для визначення значущих факторів, що впливають на глибокий обробіток ґрунту по кожному з критеріїв, було обрано психологічний експеримент [3].

Основна частина. На технологічний процес обробітку ґрунту впливають різні фактори: технологічні, конструктивні, режимні. Також впливають фізико-механічні властивості ґрунту та інші фактори. Найменування факторів, які були обрані для досліджень, їх позначення та рівні варіювання представлені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Фактори, що впливають на процес чизелювання та їх варіювання

№	Фактори	Показ- ники	Рівні варювання		
			-1	0	+1
Технологічні					
1	Вологість W %	x ₁		25	
2	Щільність ґрунту γ, г/см ³	x ₂	1,3	1,4	1,5
Конструктивні					
3	Відстань між другим і першим ря- дом робочих органів	x ₃	500	550	600
4	Відстань між другим і третім ря- дом робочих органів	x ₄	1000	1100	1200
5	Ширина захвату лапи № 1	x ₅	450	400	500
6	Ширина захвату лапи № 2	x ₆	50	60	70
7	Товщина полоси S-подібної стійки	x ₇	50	63	56
8	Конструктивна ширина захвата	x ₈	2800	3000	3200
Режимні					
9	Глибина обробітку	X9	300	400	500
10	Додаткова глибина обробітку (щілювання)	X10	100	125	150
11	Швидкість	X11	3	4	5

Визначивши критерії оптимізації, та фактори, що впливають на них, визначаємо коефіцієнт конкордації на основі опитування фахівців, що відображає їх колективну думку та будуємо діаграму рангів. Результати опитування наведені у таблицях 2 та 3.

Розрахунок для критерію у₁ – стабільність ходу по глибині.

Коефіцієнт конкордації визначається за формулою

$$W = \frac{12 \cdot S}{m^2 \cdot (n^3 - n)}, \quad (1)$$

де S – сума квадратів відхилень від середньої суми рангів

$$S = \sum_{i=1}^n \Delta_i^2 \quad (2)$$

де Δ_i – відхилення від середньої величини рангів i-го фактора;

m – число опитуваних фахівців;

n – число факторів

$$\Delta_i = b_j - L, \quad (3)$$

де L – середнє значення всіх сум рангів

$$L = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ij}}{n}, \quad (4)$$

$$L = \frac{34+30+13+19+21+31+19+33+18+29+17}{11} = 24$$

$$S = 100+36+121+25+9+49+25+81+36+25+49=556$$

$$W = \frac{12 \cdot 556}{4^2 \cdot (11^3 - 11)} = 0.32$$

Таблиця 2 – Матриця рангів для визначення коефіцієнта конкордації процесу чизелювання (критерій - стабільність ходу по глибині)

Фахівці	Фактори										
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁
1	9	10	1	2	7	8	3	11	5	6	4
2	11	4	2	7	1	8	6	5	3	9	10
3	4	5	7	8	9	10	1	11	3	6	2
4	10	11	3	2	4	5	9	6	7	8	1
b _j	34	30	13	19	21	31	19	33	18	29	17
Δj = b _j -L	10	6	-11	-5	-3	7	-5	9	-6	5	-7
Δj ²	100	36	121	25	9	49	25	81	36	25	49

Таблиця 3 – Матриця рангів для визначення коефіцієнта конкордації процесу чизелювання (критерій - мінімальний тяговий опір)

Фахівці	Фактори										
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁
1	2	1	7	8	5	6	11	9	10	4	3
2	10	1	3	6	4	9	5	8	2	11	7
3	4	3	6	7	10	9	1	11	2	8	5
4	5	7	6	8	3	4	9	2	1	11	10
b _j	21	12	22	29	22	28	26	30	15	34	25
Δj = b _j -L	-3	-12	-2	5	-2	4	2	6	-9	10	1
Δj ²	9	144	4	25	4	16	4	36	81	100	1

Перевіряємо значимість коефіцієнта конкордації за критерієм Персона [3].

$$\chi_p^2 = m \cdot (n-1) \cdot W, \quad (5)$$

$$\chi_p^2 = 4 \cdot (11-1) \cdot 0.32 = 12.6$$

Табличне значення $\chi_{(0,05;9)}^2 = 16,919$ при $f=n-1=10-1=9$ /с.190/.

$$\chi_p^2 > \chi_{(0,05;9)}^2 ; \quad 22,636 > 16,919.$$

Коефіцієнт конкордації значно відмінний від нуля, отже, погодженість фахівців не є випадковою з імовірністю 95 %.

Розрахунок для критерію u_2 – ступінь збереження стерні, надає результати: $W = 0,95$; $\chi^2_p = 25,764$.

Отримані результати дозволяють побудувати апріорну діаграму рангів.

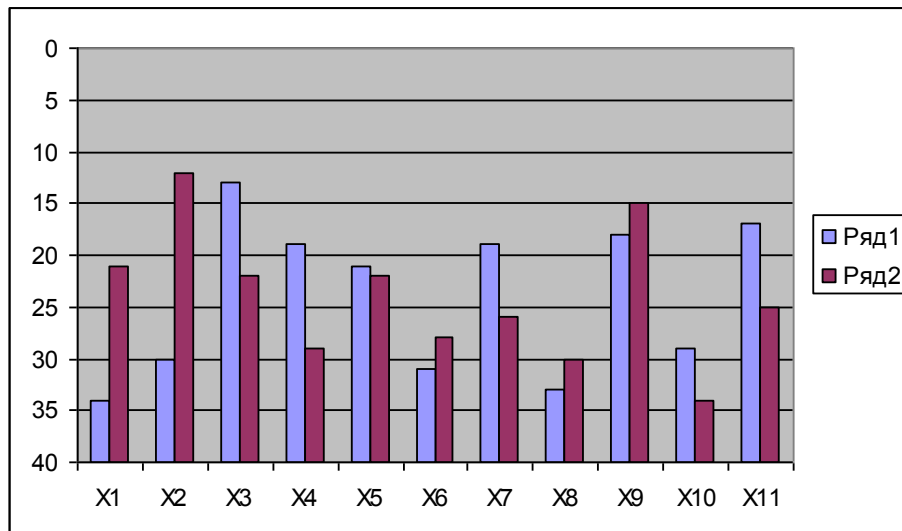


Рисунок 2.1 – Середня апріорна діаграма рангів: ряд 1 – для критерію u_1 , 2 – для критерію u_2 .

Висновок. Апріорна діаграма рангів дає наочну уяву про вплив кожного фактора. Для подальшого розгляду обираю наступні основні фактори, що впливають на чизелювання, по найменшій сумі рангів: $x_2, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}$.

Література.

1. Особенности обработки почвы юга степной зоны Украины под посев зерновых. Изучение технологических свойств почвы в связи с уплотняющим воздействием сельскохозяйственной техники на почву: Сб. науч. тр. УСХА / В.И. Кочев, А.В. Белокопытов, А.А. Вершков. – К. – 1984. – с.139-144.
2. Труфанов В.В. Глубокое чизелевание почвы / В.В. Труфанов. – М.: Агропромиздат, 1989. – 140 с.
3. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С.В. Мельников, В.Р. Алешкин, П.М. Роцин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Колос, 1980. – 168 с, ил.

УДК 631.313

СТАБІЛІЗАЦІЯ ТЯГОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ ЧИЗЕЛЬНО-ПОЛИЦЕВОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ ДЛЯ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В СИСТЕМІ КОЛІЙНОГО ТА МОСТОВОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

Кувачов В.П., к.т.н.,

Буряк Д.В., інженер.

Таврійський державний агротехнологічний університет

***Анотація** – в роботі представлена методика обчислення параметрів лемеша для чизельно-полицевого робочого органу, яка дозволяє максимально стабілізувати його тягові навантаження у поздовжньо-горизонтальній площині.*

***Ключові слова** – основний обробіток, чизельно-полицевий робочий орган, леміш, тягові навантаження, реакція опору різанню.*

***Постановка проблеми.** З позиції розробки ресурсозберігаючих технологій перехід с.-г. виробництва на новий технологічний рівень, який ґрунтується на принципах колійного та мостового землеробства є досить актуальним питанням. Останні, у відповідності з тенденціями науково-технічного прогресу в області механізації, дозволяють підвищити рівень функціонування технічних засобів за рахунок комплексної механізації, електрифікації, автоматизації і роботизації с.-г. виробництва, з метою забезпечення оптимальних технологічних, енергетичних, екологічних, техніко-економічних та інших показників роботи [1].*

Реалізувати принципи колійної та мостової системи землеробства можна на базі, так званих, «мостових тракторів» [2]. Їх відмінною особливістю від інших енергозасобів є те, що вони переміщуються по постійній колії, яка розташована на відстані, рівному їх прольоту, в зоні якого і розміщуються с.-г. знаряддя.

Питання основного обробітку ґрунту в таких системах є ще недостатньо досліджуваним. Причинами цього, на нашу думку, є те, що останнім часом популяризувалися технології мінімального обробітку No-till. Остання передбачає безпосередню сівбу зі значною кількістю рослинних решток на поверхні ґрунту [3]. Але, у випадках надмірного ущільнення ґрунтів ходовими системами та робочими органами тракторів і с.-г. машин, рілля потребує, все ж таки, її глибокого розпушування [4], що здійснюється при основному обробітку.

Основний обробіток ґрунту є найбільш енергоємною операцією в технологічному процесі вирощування с.-г. культур. Розвиток сучасної системи основного обробітку ґрунту направлений на зменшення енергетичних витрат на виконання польових робіт, покращення властивостей родючого шару ґрунту тощо. Тому, дослідження, щодо оптимізації параметрів ґрунтообробних знарядь, завжди були і є актуальними.

Однією із проблем, яку потрібно вирішувати при виконанні основного обробітку ґрунту мостовими засобами механізації є те, що їх несуча ферма має доволі значну довжину і, в той же час, повинна сприймати всі реакції з боку робочих органів с.-г. знарядь. До того ж, природно зрозуміло, що ґрунтообробні знаряддя і обробіток ґрунту, навіть в межах одного регіону, потребує не тільки модернізації, але і адаптації до конкретних умов. В силу чого, першочерговою науковою задачею, на нашу думку, є створення низки знарядь максимально динамічно урівноважених і таких, що передають мінімальну реакцію опору на ферму мостової машини, як у повздовжній, так і у поперечній площинах.

Аналіз останніх досліджень. Відомі конструкції серійних ґрунтообробних робочих органів с.-г. машин проектувалися під тракторну тягу, а стабілізація їх тягових навантажень здійснюється шляхом введення в конструкцію компенсуючих елементів. У полицевому плузі, наприклад, т таким елементом є польова дошка. Проте, для агрегатів, побудованих за мостовим принципом, таке рішення не може бути прийнятним, бо створює додатковий тяговий опір, і, як наслідок, навантаження на ферму мостового агрозасобу [5].

Отримати ефект максимального врівноваження тягових навантажень ґрунтообробного знаряддя можливо шляхом введенням додаткових ріжучих елементів, для яких реакція опору різанню ґрунту компенсує дію реакцій інших робочих органів знаряддя [5].

Також, відомі приклади стабілізації тягових навантажень робочих органів с.-г. знарядь, шляхом перерозподілу напрямку діючих сил, за рахунок зміни кутів постановки ріжучих елементів, як це досягнуто у плузі-букер [6].

Наявність додаткової плоскорізної лапи в першому конструктивному рішенні буде ефективним для плугів традиційної конструкції, бо компенсує дію бокової складової за рахунок збільшення загального тягового опору. З позиції зменшення енерговитрат друге рішення, в цьому плані, є більш перспективним.

Формулювання цілей статті. Метою досліджень є підвищення ефективності використання чизельно-полицевого робочого органу для основного обробітку ґрунту в системі колійного та мостового землеробства, шляхом покращення його тягово-енергетичних властивостей.

Основна частина. В якості об'єкту досліджень розглянемо робочий орган на основі чизельної стійки з полицею (рис. 1), який запропонований в роботі [7].

Відомо, що основна перевага чизелювання ґрунту полягає в економії енергоресурсів при його обробітку, частковому запобіганні водної та вітрової ерозії, поліпшенні реологічних властивостей ґрунту, підвищення його родючості. Але «класичні» чизельні знаряддя із прямими або нахиленими стійками після розпушування залишають на полі до 80% стерні. Одночасно зі стернею на полі залишаються і бур'яни. До того ж, «класичні» чизелі не здатні заробляти в ґрунт різні види добрив.

Вказане чизельно-полицеве знаряддя характеризується широкими технологічними можливостями [7], зокрема:

- 1) «класичне» чизелювання ґрунту з формуванням гребенистого дна борозни (відсутній відвал і підрізаючі лапи на знарядді);
- 2) чизелювання ґрунту з повним підрізанням бур'янів і додатковим розпушуванням верхнього шару ґрунту (підрізаючі лапи знаряддя встановлені у крайньому верхньому положенні);
- 3) чизелювання з глибоким розпушуванням ґрунту (підрізаючі лапи знаряддя встановлені у крайньому нижньому положенні);
- 4) чизелювання ґрунту з обертотом і додатковим розпушуванням верхнього шару на глибину 0,10-0,15 м (відвал на знарядді встановлений у крайньому верхньому положенні, можливо встановлення декілька відвалів при ярусному обробітку);
- 5) чизелювання ґрунту з обертотом на різній глибині і додатковим розпушуванням верхнього шару, формуванням на поверхні протиерозійних гребенів (відвали на знарядді встановлені на різній висоті);
- 6) комплексна обробка і розпушування ґрунту на глибину 0,10-0,15 м (відвал на знарядді встановлений у верхньому положенні, а підрізаючі лапи - у нижньому);
- 7) «класичне» щільювання ґрунту з установкою стійок на певну відстань і заміною широкого долота (60 мм) на вузьке (30 мм), при цьому зникає ефект формування гребенистого дна борозни;
- 8) щільювання ґрунту з повним підрізанням бур'янів – якщо за попереднім пунктом додати підрізаючі лапи, які розміщуються у крайньому верхньому положенні.

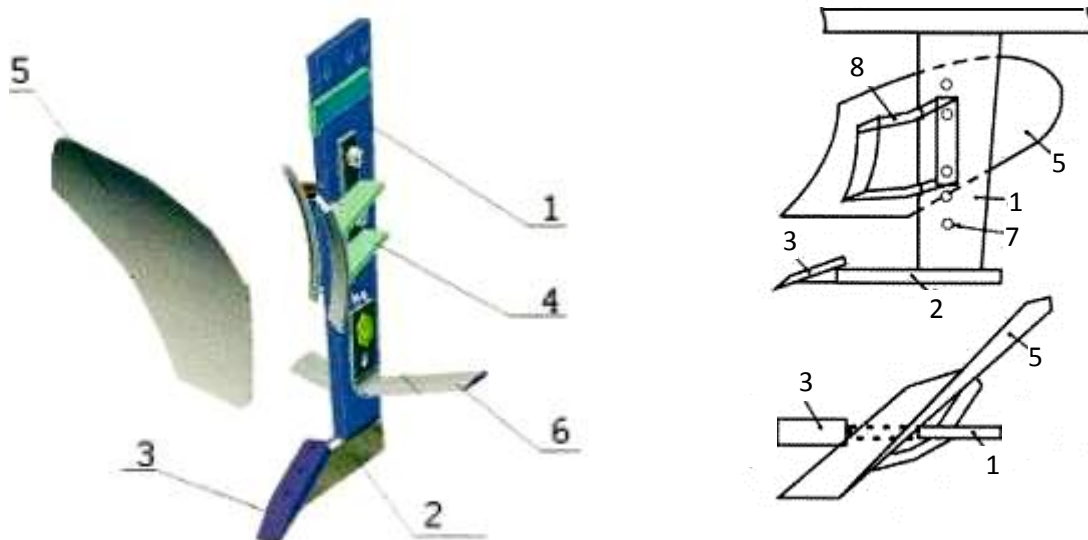


Рис. 1. Чизельно-полицевий робочий орган [7]:

- 1 – чизельна стійка; 2 – башмак; 3 – долото; 4 – кронштейни; 5 – полиця; 6 – підрізаючі лапи; 7 – пази для перевлаштування по висоті полиці; 8 – рамка для кріплення полиці.

Відомо, що реакція опору корпусу плуга в процесі роботи, складається з опору ґрунту на різання лемешем і переміщення підрізаного шару полицею [8].

Якщо у вказаному знарядді використовувати «класичний» лемішно-відвальний робочий орган, то встановлення лемеша і полиці під кутом до напрямку руху, утворює поперечну складову реакції опору F_B , яка спрямована в бік стінки борозни (рис. 2а) [9]. Остання, як відомо, компенсується в лемішних плугах польовою дошкою.

Виникає питання, якщо поперечні складові реакції лемеша і полиці спрямувати у протилежних напрямках, то в ідеальному випадку можна відмовитись від польової дошки.

Суто теоретично така компенсація можлива, якщо леміш представити у формі трикутного робочого органу, поперечні складові реакцій лемеша і полиці спрямовані у різному напрямку (рис. 2б) [9].

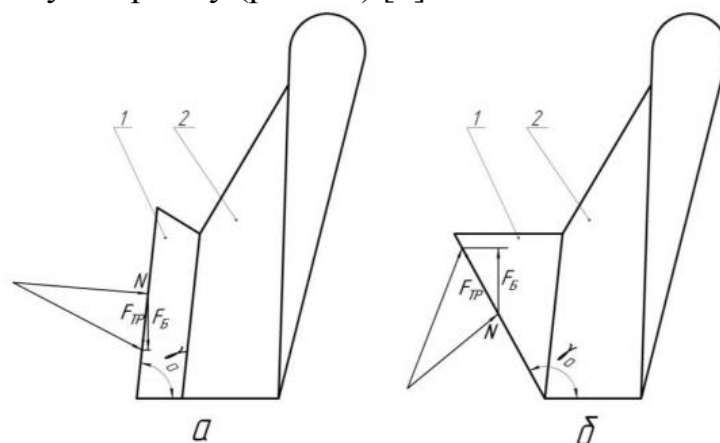


Рис.2. Схема діючих сил на корпус плуга [9]:

а – «класичний» лемішно-полицевий корпус; б – плуг-букер; 1 – леміш; 2 – полиця.

Розглянемо розрахункову схему чизельно-полицевого робочого органу у поздовжньо-горизонтальній площині (рис. 3), в якому леміш представлений у формі трикутного робочого органу, поперечні складові його реакцій і полиці спрямовані у різному напрямку, польова дошка відсутня. Леміш умовно розіб'ємо на дві частини: 1 – з гострим кутом атаки і 2 – з тупим кутом атаки. Основними діючими силами у поздовжньо-горизонтальній площині є: F_{P1} , F_{P2} – тяговий опір різанню ґрунту відповідно лезами лемеша 1 та 2; F_n – тяговий опір на переміщення ґрунту вздовж полиці; F_c – тяговий опір чизельного робочого органу. З деяким припущенням положимо, що дією інших сил знехтуємо, як значно меншими, в порівнянні з вказаними [5].

Вказані сили у поздовжньо-горизонтальній площині утворюють обертаючі моменти довкола стояка 4. Рівняння останніх матиме вид:

$$F_n \cdot a_3 + F_{P2} \cdot a_2 - F_{P1} \cdot a_1 = 0, \quad (1)$$

де a_1 , a_2 , a_3 - відстані (плечі) від т.О до точки прикладання відповідної діючої сили.

З рівняння (1) випливає, що при постійних значеннях сил опору різанню ґрунту величини приведених моментів залежать від плечей їх прикладання в межах проекції.

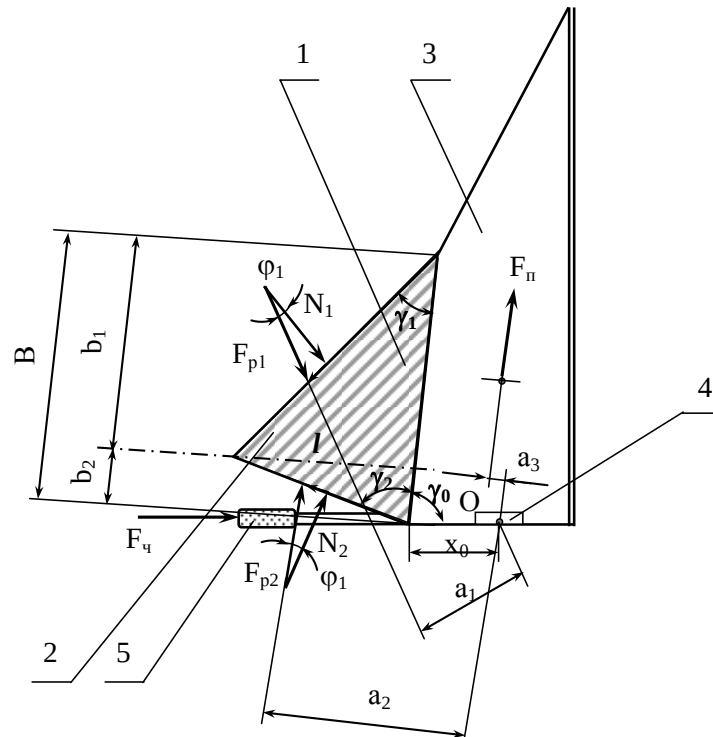


Рис.3. Розрахункова схема сил, що діють на чизельно-полицевий робочий орган у поздовжньо-горизонтальній площині: 1-ділянка лемеша з гострим кутом атаки; 2-ділянка лемеша з тупим кутом атаки; 3-полиця; 4-стояк; 5-долото чизеля.

Із розрахункової схеми (рис. 3) випливає, що

$$\begin{cases} B = b_1 + b_2, \\ l = b_1 \cdot \operatorname{tg} \gamma_1 = b_2 \cdot \operatorname{tg} \gamma_2, \\ a_1 = x_0 + \frac{l \cdot \cos(180^\circ - \gamma_0 - \gamma_1)}{2 \sin \gamma_1}, \\ a_2 = x_0 + \frac{l \cdot \cos(180^\circ - \gamma_0 - \gamma_2)}{2 \sin \gamma_2}, \end{cases} \quad (2)$$

де B – ширина леза лемеша;

b_1 і b_2 – відповідно ширина кожної з частин леза лемеша;

l – горизонтальна проекція ширини лемеша;

x_0 – конструктивний параметр, природа якого зрозуміла з рис. 3;

γ_0 – кут нахилу лемеша до стінки борозни;

γ_1 і γ_2 – геометричні кути лемеша, природа яких зрозуміла з рис. 3.

Визначення реакції опору різанню ґрунту лемешем за методикою [8] надає можливість визначити сили F_{p1} і F_{p2} кожної з частин леза лемеша за наступним рівнянням:

$$\begin{aligned}
F_{pi} = C_{yo} \left[\frac{0,66 \cdot h^2 \cdot \operatorname{ctg} \varphi_2}{\cos(a_p + \varphi_2)} + (b_i + \frac{h}{2 \cdot \sin a_p \cdot \operatorname{tg} \varepsilon}) \cdot h \right] + 4,9 \cdot (b_i + \frac{h}{2 \cdot \sin a_p \cdot \operatorname{tg} \varepsilon}) \cdot h^2 \cdot \operatorname{tg}^2(45^\circ - \frac{\varphi_2}{2}) \cdot \rho \cdot \\
\cdot (\sin \varphi_2 + \cos(a_p - \varphi_2) \cdot \cos a_p \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 + h^2 \cdot (0,5C_{yo} \cdot (\operatorname{tg}(a_p + \varphi_2) + \operatorname{ctg} a_p)) \cdot \frac{0,66 \cdot \operatorname{ctg} \varphi_2}{\cos(a_p + \varphi_2)} + \\
+ 4,9\delta_p \cdot \operatorname{tg}^2(45^\circ - \frac{\varphi_2}{2}) \cdot \sin \varphi_2 \cdot \rho)) \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 + K'(z + x \cdot \operatorname{tg} \varphi_1) \cdot (b_i + \frac{h}{2 \cdot \sin a_p \cdot \operatorname{tg} \varepsilon}) + \\
+ 9,81 \cdot (b_i + \frac{h}{2 \cdot \sin a_p \cdot \operatorname{tg} \varepsilon}) \cdot h \cdot \rho \cdot \frac{\sin a_p \cdot \cos \theta}{\sin(a_p + \theta)} \cdot V^2 \cdot \cos(\operatorname{arctg} \frac{\psi + \sin \varphi_1}{\cos \varphi_1} - \varphi_1),
\end{aligned} \quad (3)$$

де $C_{уд}$ – питоме зчеплення частинок ґрунту, кН/м²;

h – глибина обробітку, м;

b_i – ширина захвату i -ої ділянки леза лемеша, м;

φ_1 і φ_2 – кут зовнішнього та внутрішнього тертя, град;

α_p – кут різання лемеша, град;

ρ – щільність ґрунту, т/м³;

K' – межа несучої спроможності ґрунту, кН/м²;

z, x – параметри площадки затуплення леза лемеша, м;

θ – задній кут різання лемеша, град;

ε – кут у основи лемеша, град;

V – швидкість руху знаряддя, м/с;

ψ – коефіцієнт ковзання.

Тяговий опір F_n на переміщення ґрунту вздовж полиці знаходимо у відповідності до методики [8]:

$$F_n = 4,9 \cdot B \cdot H^2 \cdot \operatorname{tg}^2(45^\circ - \varphi_2 / 2) \cdot \rho \cdot \cos(\varphi - \varphi_2) \cdot \cos \gamma_0 \cdot \operatorname{tg} \varphi_1, \quad (4)$$

де H – висота полиці, м;

φ – кут відвалювання.

Після об'єднання залежностей (1-4) в одну систему рівнянь можна визначити значення геометричних параметрів лемеша b_1 , b_2 та l , які, за певних фізико-механічних властивостей ґрунту, конструкції полиці, глибини обробітку і швидкості руху робочого органу, дозволяють отримати ефект стабілізації тягових навантажень останнього у поздовжньо горизонтальній площині за рівнянням (1).

Для перевірки достовірності запропонованої методики були обчислені параметри лемеша (рис. 3) за наступних умов: глибина обробітку $h = 0,25$ м; швидкість руху знаряддя $V = 2$ м/с; фізико механічні властивості ґрунту – кути внутрішнього і зовнішнього тертя $\varphi_1 = 22^\circ$ і $\varphi_2 = 30^\circ$; щільність ґрунту $\rho = 1,4$ т/м³; питоме зчеплення частинок ґрунту $C_{уд} = 1,8$ кН/м²; параметри культурного лемішного корпусу плуга – висота полиці $H = 0,35$ м; ширина леза лемеша $B = 0,4$ м; кут нахилу лемеша до стінки борозни $\gamma_0 = 40^\circ$; кут відвалювання $\varphi = 75^\circ$; кут у основи лемеша $\varepsilon = 60^\circ$; кут різання лемеша $\alpha_p = 35^\circ$, задній $\theta = 12^\circ$; параметри площадки затуплення леза лемеша $z = x = 0,002$ м; коефіцієнт ковзання $\psi = 0,73$; конструктивні параметри - $x_0 = 0,25$ м; $a_3 = 0,05$ м. Результат розрахунків по формулам (1-5) показав, що умова врівноваження тягових навантажень корпусу полицевого плуга у поздовжньо-горизонтальній площині за (1) досягається при значеннях $b_1 = 0,31$ м, $b_2 = 0,09$ м, $l = 0,15$ м.

Висновок. Зменшити енерговитрати при роботі чизельно-полицевого робочого органу для основного обробітку ґрунту в агрегатах колійного та мостового землеробства можливо, якщо, за відсутності польової дошки, використати леміш у формі трикутного робочого органу. Поперечні складові реакцій останнього і полиці спрямовані у різному напрямку. При цьому, умовою стабілізації тягових навантажень чизельно-полицевого робочого органу у поздовжньо-горизонтальній площині є нульова сума обертаючих моментів реакцій опору різанню ґрунту навколо його стояка.

Запропонована методика дозволяє обґрунтувати геометричні параметри лемеша для чизельного-полицевого с.-г. знаряддя, за яких буде досягнутий ефект стабілізації його тягових навантажень у поздовжньо-горизонтальній площині.

Література.

1. *Надикто В.Т.* Колійна та мостова системи землеробства. Монографія / В.Т. Надикто, В.О. Улексін. – Мелітополь: ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2008.-270 с.
2. *Кувачов В.П.* Землевикористання при облаштуванні поля для роботи енерготехнологічних засобів мостового типу / Кувачов В.П. // Науковий вісник ТДАТУ [Електронний ресурс]. – Мелітополь: ТДАТУ, 2013. – Вип.1, Т.3. – С. 116-127.
3. *Кравчук В.* Новітні техніко-технологічні рішення для різних систем обробітку ґрунту і сівби при вирощуванні зернових культур / Кравчук В., Погорілий В., Шустік Л. // Техніка і технології АПК. – 2010. – №7(10).–С. 9-14.
4. *Грабчак І.В.* No-till" технології чи основний обробіток ґрунту? / Грабчак І.В. // Науковий вісник НУБіП України. – 2010. – №144.
5. *Теслюк Г.В.* Обґрунтування конструктивних параметрів полицевого робочого органу для використання в системі мостового землеробства / Теслюк Г.В. // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. – 2012. – №11, т.2 (66). – С.276-279.
6. *Конащук В.В.* Перспективи використання плуга-букера в системі точного (мостового) землеробства / Конащук В.В. // Вісник ХНТУСГ ім. П.Василенка.- Вип. 93. – 2011.
7. *Борисенко И.Б.* Энергосбережение при основной обработке почвы [Электронный ресурс] / И.Б. Борисенко, А.Е. Новиков. – Режим доступа: www.rusnauka.com/16_ADEN_2011/Agricole.htm
8. *Панченко А.М.* Аналитический метод определения тяговых сопротивлений почвообрабатывающих и землеройных машин и оценка их эффективности для энергосберегающих технологий / Панченко А.М., Штепа В.П. – Днепрпетровск: ДГАУ, 1995. – 96 с.
9. *Конащук В.В.* Особливості конструкції та польові дослідження плуга – букера / Конащук В.В. // Вісник ХНТУСГ ім. П.Василенка.- Вип. 107. – 2011.

УДК . 631.02

ВДОСКОНАЛЕННЯ СПОСОБІВ ОСІННЬОЇ ОБРОБКИ ҐРУНТУ

Мітков В.Б., к.т.н.,

Калита І.П., інженер

Таврійський державний агротехнологічний університет

***Анотація** – в роботі представлені дослідження ущільнюючої дії рушіїв сільськогосподарських тракторів і машин на ґрунт, а також вдосконалення існуючих способів і засобів механізації для зниження ущільнення ґрунту.*

***Ключові слова** – обробіток ґрунту, ущільнення, проморожування, розрихлення; волого накопичення.*

Постановка проблеми. Виробництво рослинницької продукції передбачає сучасні багатоопераційні технології вирощування сільськогосподарських культур із застосуванням високопродуктивних енергонасичених тракторів, що мають велику експлуатаційну масу, високий питомий тиск рушіїв на ґрунт. Відповідного, за вегетаційний період ущільнюється ґрунт на площі до 60 ... 80% до прибирання та до 98% після збирання врожаю [1].

На поверхні поля залишаються сліди глибиною до 0,12 м, по яких щільність ґрунту істотно перевищує оптимальні значення, не витримується задана глибина обробки культиваторами, до 48% насіння зернових культур не закладаються на задану глибину [2], збільшується тяговий опір робочих органів, що працюють на ущільнених ділянках, погіршується якість збиральних робіт, руйнується структура ґрунту, зменшується врожайність культур.

Аналіз останніх досліджень. Використані у виробництві способи і засоби механізації розуцільнення ґрунту при осінніх обробках, дозволяють розділити оброблюваний шар на окремі агрегати різного розміру, що мають високу щільність, яка набагато перевищує її оптимальне значення. При нестачі осінньо-зимової вологи, ущільнений ґрунт не відновлює свої властивості за зиму проморожуванням, після чого спостерігається кумулятивний характер зміни її щільності в орному і підорному горизонтах [3]. Існуючі розрихлюючі пристрої на весняно-польових роботах мають невисоку якість крошення ущільненого ґрунту і вирівнювання оброблюваної поверхні.

При цьому виникає необхідність створення умов для цілеспрямованого збору і утримання осінньо-зимової вологи, як в найбільш ущільнених шарах, так і в усьому орному горизонті при різних видах осінньої обробки ґрунту з метою зниження ущільнення ґрунту проморожуванням, а також подальшої підтримки заданого рівня щільності ґрунту в слідах рушіїв тракторів при виконанні технологічних операцій на весняно-польових роботах по різних агрофонах якісним розуцільненням і вирівнюванням ущільненого ґрунту.

Формулювання цілей статті. Метою є аналіз можливостей зниження ущільнення ґрунту від рушіїв сільськогосподарських тракторів і машин за ра-

хунок аналізу способів і засобів механізації, що забезпечують розуцільнення ґрунту.

Основна частина. Для досягнення поставленої мети щодо зниження ущільнення ґрунту рушіями сільськогосподарських тракторів і машин пропонуються способи, спрямовані на оптимізацію властивостей ґрунту і подальшу мінімізацію ущільнюючої дії на нього. Дані способи спрямовані на розуцільнення ґрунту проморожуванням і підтриманням його оптимальних властивостей при виконанні технологічних процесів і створення найбільш сприятливих умов для росту і розвитку культурних рослин і підвищення якості виконуваних наступних технологічних процесів (рисунок 1).



Рисунок 1 - Класифікація способів зниження ущільнення ґрунту

Принцип дії існуючих способів заснований на накопиченні осінньо-зимової вологи при різних видах основної осінньої обробки ґрунту як в найбільш ущільнених шарах ґрунту, так і в усьому оброблюваному горизонті і наступному його проморожуванні [4].

Для якісного проморожування ущільненого ґрунту проводиться цілеспрямований збір і збереження оптимальної кількості осінньо-зимової вологи після осінніх операцій: відвальної, безвідвальної та мінімальної смугової обробок

грунту [5]. Вдосконалити ці процеси можна завдяки використанню відповідно бороздообразовача, безвідвальних робочих органів і знаряддя для дрібної смугової обробки ґрунту.

Для ефективного функціонування запропонованих способів повинні виконувати наступні функції:

- забезпечувати ефективний збір і утримання осінньо-зимової вологи в найбільш ущільненому шарі і в усьому оброблюваному горизонті ґрунту;
- створювати борозди на поверхні обернутих пластів ґрунту при основній відвальній обробці, що підводять осінньо-зимову вологу до найбільш ущільненого шару ґрунту;
- провести якісно додаткове поверхнєве безвідвальне розпушування при основній обробці;
- проводити якісно осінньої дрібної смугової обробки ґрунту;
- виконання якісного механічного подрібнення і вирівнювання поверхні слідів рушіїв тракторів по різних агрофонах.

Для оцінки ефективності функціонування способів зниження ущільнення ґрунту від рушіїв сільськогосподарських тракторів і машин виконаний вибір критерію, об'єктивно відображаючого зміни оптимізованих властивостей ґрунту.

В якості критерію був обґрунтований і прийнятий показник - коефіцієнт пористості, що забезпечує можливість порівняння результатів роботи для різних типів ґрунтів. В результаті був виконаний функціональний і теоретичний опис процесу зниження ущільнення ґрунту рушіями сільськогосподарських тракторів і машин. Наведені функціональні схеми, що враховують реальні умови його застосування. Для досягнення високої якості при виконанні цих процесів передбачено дотримання вимог, які враховують особливості і призначення кожного способу обробки ґрунту. Для кожного способу передбачений оцінний критерій ефективності.

На величину вихідних параметрів кожного з розглянутих процесів істотно впливають фактори зовнішнього впливу, а також внутрішні нерегульовані фактори та внутрішні регульовані технологічні фактори застосовуваних пристроїв.

На основі теорії оптимізації управління технологічними процесами (на прикладі процесу розущільнення ґрунту проморожуванням) складена математична модель способів зниження ущільнення ґрунту (рисунок 2).

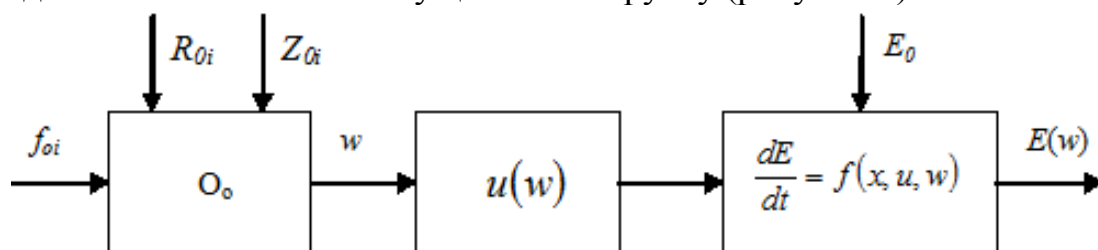


Рисунок 2 - Структурна схема процесу розущільнення ґрунту проморожуванням з керуванням волого накопичення

Пропонована модель оптимізації розглянутого процесу проморожування дозволяє керувати динамікою коефіцієнта пористості ґрунту в залежності від

його вологості, рівень якого визначається способами і засобами механізації обробки.

Ефективність способів оцінюється відповідним коефіцієнтом ефективності:

$$K_{icn} = 1 - \frac{E_{icn} - E_{opt}}{E_{вих} - E_{opt}}, \quad K_{проп} = 1 - \frac{E_{пред} - E_{opt}}{E_{вих} - E_{opt}}; \quad (1)$$

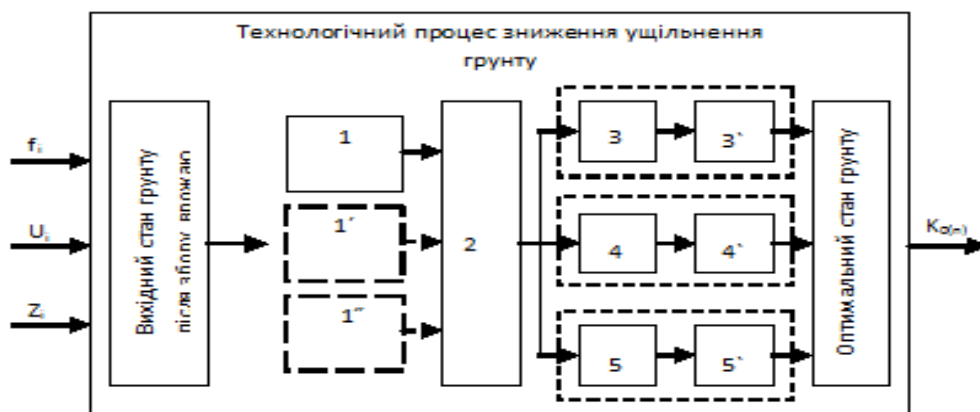
де E_{icn} - коефіцієнти пористості ґрунту після проморожування за базовим способом обробки ґрунту;

$E_{проп}$ - коефіцієнт пористості ґрунту після проморожування із застосуванням запропонованого способу з відповідними засобами механізації обробітку ґрунту;

$E_{вих}$ - коефіцієнти пористості ґрунту до її обробки;

E_{opt} - оптимальна величина коефіцієнта пористості ґрунту для сільськогосподарських культур.

Використовуючи результати проведених досліджень - моделі оптимального управління з розробленим методом, запропонована єдина система: структурна схема і модель технологічного процесу зниження ущільнення ґрунту рушіями сільськогосподарських тракторів і машин (рисунк 3).



1 - основна відвальна обробка ґрунту з бороздообразованием;

1' - основна безвідвальна обробка ґрунту комбінованим безвідвальним робочим органом; 1'' - осіння дрібна смугова обробка ґрунту; 2 -

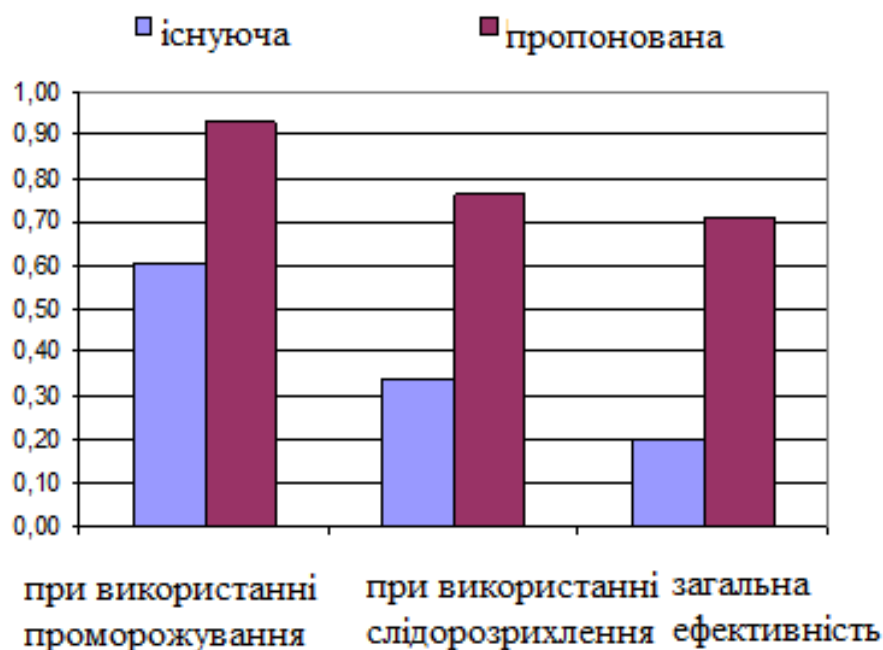
розущільнення промороженням; 3- розрихлення по агрофону з основною безвідвальною обробкою; 4 - розрихлення по агрофону з основною відвальною обробкою і оптимальною вологістю ґрунту; 5 - розрихлення по агрофону з основною відвальною обробкою ґрунту, оптимальної вологості і вище.

Рисунок 3 - Структурна схема технологічного процесу зниження ущільнення ґрунту

Кожен технологічний процес в розробленій системі є підсистемою і виконується в певній послідовності. Підсумок роботи всієї системи визначається ефективністю кожної підсистеми, з яких осіння обробка ґрунту і подальше промороження є основними і визначальними в стані ґрунту для результату використання наступних підсистем. Вихідними параметрами системи зниження

ущільнення ґрунту, на яку впливають раніше перераховані фактори, є узагальнена ефективність процесу розуцільнення ґрунту.

Загальна ефективність існуючих та розроблених способів зниження ущільнення ґрунту визначається як добуток коефіцієнтів ефективності окремо взятих відповідних способів. За підсумками розрахунків розроблених моделей оптимізації пропонується представляється можливість прогнозувати ефективність їх впровадження. Для виразів (1), на підставі результатів розрахунків, з використанням комп'ютерних програм «Microsoft Excel», на рисунку 4 представлені величини коефіцієнтів ефективності існуючих і розроблених способів зниження ущільнення ґрунту.



К – коефіцієнт ефективності

Рисунок 4 - Зміни коефіцієнтів ефективності розуцільнення ґрунту розроблених способів зниження ущільнення ґрунту

Представлені дані показують, що ефективність зниження ущільнення ґрунту від рушіїв сільськогосподарських тракторів і машин пропонується способами і засобами механізації істотно вище використовуваних у виробництві. При цьому, загальний коефіцієнт ефективності K_0 розроблених способів зниження ущільнення ґрунту склав 0,71, що дозволяє зробити висновок про доцільність вирішення сформульованої проблеми.

Висновок. Отже, в результаті аналізу процесу взаємодії засобів механізації з ущільненим ґрунтом отримані схеми і математичні вирази, що створюють умови для підвищення вологозабезпеченості при осінньої обробки ґрунту з послідовним розуцільненням промороженням.

Література.

1 Бондарев А.Г. Проблемы уплотнения почв сельскохозяйственной техникой и пути ее решения / А.Г. Бондарев // Почвоведение. - 1990. №5.-С. 31-37.

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції за результатами досліджень 2014 року
Том 4. Технічні науки (ч.2)

2 Каипов М.У. Изменение плотности твердости почвы от воздействия движителей колесного трактора / М.У. Каиков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. — 2001. — №1. - С. 12-13

3 Ксенович И.П. Проблема воздействия движителей на почву: некоторые результаты исследований / И.П. Ксенович, В.А. Русанов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. - 2000. - №1. - С. 15-20.

4 Кузнецов Н.Г. Сохранение плодородия почвы при воздействии на нее ходовых систем тракторов и рабочих органов машин / Н.Г. Кузнецов // Вестник сельскохозяйственные науки. - 1978. - №7. - С.115-118.

5 Клочков А.В. Механизация обработки почвы / А.В. Клочков. - Горки: 1990.-40 с.

УДК 631.95

АНАЛІЗ ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЮ ТЕХНІКОЮ

Мітков Б.В., к.т.н.,

Мітков В.Б., к.т.н.,

Захаров К.Ю., інженер

Таврійський державний агротехнологічний університет

Анотація – в роботі представлені аналіз роботи двигунів на різних режимах та наслідки експлуатації автомобілей і тракторів в сільському господарстві, які негативно впливає на довкілля. Поставлено завдання підвищення екологічної безпеки аграрного сектора.

Ключові слова – автотракторна техніка; шкідливі речовини; дизельне паливо; витрати палива; концентрація речовин; режим роботи двигуна; токсичність дизелів; екологія аграрного сектора.

Постановка проблеми. Проблема охорони довкілля є однією з найбільш актуальних нині. Із загальної кількості шкідливих речовин, що викидаються в атмосферу великих міст, велика частина - 60 відсотків припадає на частку автотракторної техніки. Промислові підприємства викидають 18 відсотків, електростанції - 13, системи міського опалювання - 6 і інші джерела - 3 відсотки [1]. Особливо збільшується кількість речовин, що викидаються, при роботі автотракторної техніки з несправностями двигуна, трансмісії і ходової частини. Слід зазначити, що шкідливі речовини, що викидаються виробничими підприємствами, концентруються по величезному радіусу в певній зоні, а гази автомобілів, що відпрацювали, поширюються по усій території населеного пункту і поблизу доріг. Це призводить до підвищених концентрацій шкідливих речовин в приміщеннях цехів, кабінах мобільних енергетичних засобів, зниженню врожайності сільськогосподарських культур, продуктивності тваринництва.

Аналіз останніх досліджень. Трактори, різноманітні комбайни і дизелі вантажних автомобілів є одними з головних джерел забруднень довкілля шкідливими продуктами згорання дизельного палива, шкідливою акустичною дією, а також витіком експлуатаційних мастильно-охолоджувальних рідин [2].

При експлуатації двигунів внутрішнього згорання токсичні речовини виділяються в атмосферне повітря разом з паливними випаровуваннями, картерів газами і відпрацьованими газами (ВГ). Паливні випаровування надходять в атмосферу з елементів системи живлення. При визначенні ступеня екологічної безпеки дизелів паливними випаровуваннями можна знехтувати внаслідок малої випаровуваності дизельного палива та герметичності паливної системи дизеля. Всього з випарами в атмосферу викидається близько 8% вуглеводнів СН [3].

Формулювання цілей статті. Метою роботи є аналіз шкідливої дії двигунів мобільних енергетичних засобів на довкілля.

Основна частина. Сучасні тенденції в розвитку сільськогосподарської

техніки спрямовані на ефективне використання мобільних енергетичних засобів (МТА) з потужними тракторами.

При згорянні 1 кг дизельного палива виділяється близько 80 ... 100 г токсичних компонентів (20 ... 30 г CO; 20 ... 40 г NO_x; 4 ... 10 г CH; 10 ... 30 г SO_x, 0,8 ... 1,0 г альдегідів; 3 ... 5 г сажі та ін.) [4]. Вклад викидів дизелів транспортних засобів в загальну концентрацію в атмосфері оксидів азоту становить близько 20 ... 26% [5]. Дизелі мають надзвичайно високу токсичність через підвищений вмісту NO_x, бензолу, альдегідів і сажі, незважаючи на те що порівняно з бензиновими двигунами мають значно менші викиди CO і CH. Склад вихлопних газів представлено в таблиці 1.

Таблиця 1 - Склад вихлопних газів

Компоненти вихлопного газу	Склад по вмісту, %		Примітка
	Двигун		
	бензиновий	дизельний	
Азот	74,0 – 77,0	76,0 - 78,0	нетоксичний
Кисень	0,3 - 8,0	2,0 - 18,0	нетоксичний
Пари води	3,0 - 5,5	0,5 - 4,0	нетоксичний
Діоксид вуглецю	5,0 - 12,0	1,0 - 10,0	нетоксичний
Оксид вуглецю	0,1 - 10,0	0,01 - 5,0	токсичний
Вуглеводні неканцерогени	0,2 - 3,0	0,009 - 0,5	токсичний
Альдегіди	0 - 0,2	0,001 - 0,009	токсичний
Оксид сірки	0 - 0,002	0 - 0,03	токсичний
Сажа, г/м ³	0 - 0,04	0,01 - 1,1	токсичний
Бензопірен, мг/м ³	0,01 - 0,02	до 0,01	канцероген

Як видно з таблиці 1 склад відпрацьованих газів найбільш поширених типів двигунів істотно розрізняється по концентрації продуктів неповного згорання. Основними токсичними компонентами відпрацьованих газів бензинових двигунів є: оксид вуглецю, оксиди азоту, альдегіди, сполуки свинцю, а дизельних - оксиди азоту та сажа.

Кількість викидів дизельних двигунів автотракторної техніки в Україні за рік наведено в таблиці 2.

Серед шкідливих речовин за абсолютними викидами лідирує оксид вуглецю CO – 1,6 млн. т в рік, на другому місці - вуглеводні CH – 0,3 млн. т на рік. За екологічною небезпекою пріоритет належить NO₂, Pb, SO₂ і сажі. Помітну роль у забрудненні атмосфери грають викиди SO₂, CO і бензапирена [5].

Відпрацьовані гази є основним джерелом токсичних викидів і являють собою суміш газоподібних продуктів повного і неповного згорання палива, надлишкового повітря і різних мікродомішок (газоподібних, рідких і твердих частинок), що надходять з циліндрів двигуна в його випускну систему. Для визначення окремих складових ОГ використовуються різні фізико-хімічні, фізичні і хімічні методи. Складність оцінки ВГ автотракторних дизелів укладена в різноманітті шкідливих речовин, а також в широкому діапазоні зміни їх концент-

рацій.

Таблиця 2 - Викиди дизельних двигунів автотракторної техніки в Україні за рік

Вид техніки	Викиди шкідливих речовин, млн. т				
	Оксид азоту	Оксид вуглецю	Вуглеводні	Оксиди сірки	Тверді частинки
Трактори в сільському господарстві	1,5	0,8	0,15	0,1	0,06
Інші трактори та самохідні машини	1,2	0,64	0,12	0,08	0,03
Комбайни	0,3	0,16	0,03	0,01	0,01
Разом	3,0	1,6	0,3	0,19	0,1

Проте, ефективна і продуктивна робота трактора в існуючих умовах залежить від різних чинників (операційних, кліматичних, структурних та ін.), сукупна дія яких великою мірою впливає на режими експлуатації тракторного двигуна. Зокрема, це негативно впливає на реалізацію потужності встановленого двигуна, який визначається оптимальним поєднанням тяги і швидкості машини, керованої оператором.

Результати досліджень говорять про те, що тракторні двигуни до 90% часу працюють на змінних режимах моментів опору [6]. На основних сільськогосподарських роботах (оранка, чизелювання, культивация, боронування та ін.), тяговий опір трактора може значно зростати. Це призводить до того, що значення моменту, що крутить, перевищує номінальне (двигун працює з перевантаженням), спрацьовує коректор частоти обертання, який збільшує подання палива на 15-20% відносно номінального переміщенням рейки паливного насоса високого тиску [7]. Проте, при подальшому збільшенні зовнішнього опору двигуна можуть виникнути короточасні перевантаження, здолати їх на коректорному режимі неможливо.

При роботі дизеля з перевантаженням зростає температура в камері згорання, що посилює навантаження на циліндропоршкову групу, викликає підвищену димність вихлопних газів і, як наслідок, нестабільний хід робочого процесу (таблиця 3).

Таблиця 3 - Концентрація речовин залежно від режиму роботи двигуна

Режим роботи двигуна	Оксид вуглецю, % об'єму	Вуглеводні, мг/л	Оксиди азоту, мг/л
Холостий хід	4-12	2-6	—
Примусовий холостий хід	2-4	8-12	—
Середні навантаження	0-1	0,8-1,5	2,5-4,0
Повні навантаження	2	0,7-0,8	4-8

При перемиканні передачі на нижчу часто можна здолати ці короточасні

перевантаження. Проте знижена передача не лише призводить до збільшення витрати палива, але і знижує робочу швидкість МТА, що призводить до зниження продуктивності.

Висновок. Отже, в результаті проведеного аналізу ми переконалися, що робота двигунів на різних режимах приводять до екологічних проблем, які негативно впливають на довкілля.

Таким чином, в даний час основною проблемою екологічної безпеки аграрного сектора країни є правильний вибір режимів експлуатації МТА, зниження токсичності відпрацьованих газів автотракторної техніки, а також зниження рідких, твердих викидів і економія природних ресурсів.

Література

1. Голубев, А.В. Сельскохозяйственная экология / А.В. Голубев. – Саратов: Изд-во Саратов. гос. с.-х. акад., 2007. – 418 с.
2. Ксенович, И.П. О стабилизации параметров экологической безопасности тракторов / И.П. Ксенович, А.Я. Поляк, В.Г. Швецов // Тракторы и с.-х. машины. – 2007. – № 3. – С. 16–19.
3. Лиханов, В.А. Снижение токсичности и улучшение эксплуатационных показателей тракторных дизелей путем применения метанола / В.А. Лиханов. – Киров: Изд-во Вят. гос. с.-х. акад., 2007. – 212 с.
4. Стрельников, В.А. Евро-4 – шаги навстречу / В.А. Стрельников // Грузовое и легковое автохозяйство. – 2001. – № 11. – С. 35–38.
5. Стрельников, В.А. Повышение экологической безопасности автотракторных дизелей путем разработки и совершенствования методов и технических средств очистки отработавших газов : дис. д-ра техн. наук : 05.20.03 : защищена : 12.02.2004 : утв. : 15.06.2004 / Стрельников Владимир Александрович. – Саратов, 2004. – 381 с.
6. Richard, R. Diesel emission control for the 1990 s / R. Richard, J. Sibley // Automot. Eng. – 1998. – № 9. – Р. 63–69.
7. Звонов, В.А. Токсичность двигателей внутреннего сгорания / В.А. Звонов. – М. : Машиностроение, 1981. – 160 с.

УДК 631.4:631.51

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ВИЗНАЧЕННЯ ТЯГОВОГО ОПОРУ ЗНАРЯДДЯ ДЛЯ ПОШАРОВОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

Лавренко М.А., інженер

Чорна Т.С., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Анотація – приведено результати теоретичних досліджень визначення тягового опору знаряддя для пошарового обробітку ґрунту.

Ключові слова – робочий орган, тяговий опір, глибина обробітку, швидкість руху, критична глибина різання.

Постановка проблеми. Однією з головних задач, що стоять перед аграрним сектором України, є підвищення продуктивності сільськогосподарських машин і агрегатів. Виконання її пов'язане з розробкою нових і модернізації вже існуючих машин і агрегатів. Вдосконалення робочих органів – це правильний підбір їх відповідно до ґрунтово-кліматичних умов даної місцевості. Адже для умов півдня України існує такий ряд проблем, як пересушення ґрунтів, їх слабка розпушеність внаслідок пересушення. Саме тому виходить, що через все це підвищується тяговий опір.

Аналіз останніх досліджень. Будь який агрегат для пошарового обробітку ґрунту має робочі органи для розрихлення ґрунту [1]. Нині більшість таких агрегатів обладнано чизельними лапами для розпушування ґрунту. Не є виключенням і ПЧ-4,5. Для підвищення продуктивності агрегату, який створений на його базі використовуємо модернізовані робочі органи [2, 3]. Саме за рахунок того, що на робочих органах зроблено шість отворів у три ряди можливо змінювати глибину обробки ґрунту, тим самим зменшуючи або збільшуючи тяговий опір, що може негативно або позитивно сказатися на роботі агрегату.

Формулювання мети статті. Метою статті є визначення впливу конструктивних та технологічних параметрів роботи агрегату для пошарового обробітку ґрунту на тяговий опір.

Методика досліджень. Для проведення дослідження тягового опору знаряддя для пошарового обробітку ґрунту стосовно нового чизельного робочого органу використовуємо аналітичні вирази [3, 4]:

$$P_k = f G + (K + e v^2) F_k, \quad (1)$$

$$P_k = f G + K F_k + e v^2 F_k, \quad (2)$$

де P_k – тяговий опір чизельного знаряддя до критичної глибини різання;

f – коефіцієнт опору руху знаряддя у ґрунті;

K – коефіцієнт, що характеризує здатність пласта чинити опір;

e – коефіцієнт, що залежить від форми робочих органів;

v – швидкість руху агрегату;

F_k – площа поперечного перерізу розрихленого шару ґрунту.

Площа перерізу розрихленого пласта

$$F_k = aB_k - \frac{1}{4}(n-1)(M-b)^2, \quad (3)$$

де B_k – конструкційна ширина захвату знаряддя;

n – число робочих органів;

a – глибина обробітку ґрунту;

b – ширина обробітку знаряддя.

При роботі знаряддя у якості щіліріза:

$$\frac{M-b}{a} > 2.$$

У цьому випадку зони деформації ґрунту з бокових сторін робочих органів при будь-якій заданій глибині обробки не перетинаються та величина F_k визначається за формулою:

$$F_k = aB_k - (n-1)(M-b-a)a, \quad (4)$$

У загальному виді тяговий опір чизеля при роботі до критичної глибини різання має вигляд:

$$P_k = fG + (K + ev^2) \left[aB_k - \frac{1}{4}(n-1)(M-b^2) \right], \quad (5)$$

Враховуючи значення коефіцієнтів, які визначені способом найменших квадратів (при роботі знаряддя на важких ґрунтах):

$$P_k = 0.4G + (43000 + 1600v^2) \left[aB_k - \frac{1}{4}(n-1)(M-b^2) \right], \quad (6)$$

При роботі знаряддя у якості щіліріза:

$$P_k = fG + (K + ev^2) [aB_k - (n-1)(M-b-a)a], \quad (7)$$

або з урахуванням значення коефіцієнтів:

$$P_k = fG + (43000 + 1600v^2) [aB_k - (n-1)(M-b-a)a], \quad (8)$$

де P_o – приріст тягового опору при блокованому різанні на глибині більшій критичної:

$$\begin{aligned} P_o &= (K' + e'v^2)F_o, \\ F_o &= nb(a - h_k), \\ P_o &= (K' + e'v^2)nb(a - h_k), \end{aligned} \quad (9)$$

У загальному вигляді тяговий опір визначається за формулою

$$P_q = fG + (K + ev^2) \left[aB_k - \frac{1}{4}(n-1)(M-b^2) \right] + (K' + e'v^2)nb(a - h_k), \quad (10)$$

або з урахуванням усіх коефіцієнтів:

$$\begin{aligned} P_q &= 0.4G + (43 \cdot 10^3 + 16 \cdot 10^2 v^2) \left[aB_k - \frac{1}{4}(n-1)(M-b^2) \right] + \\ &+ (25 \cdot 10^4 + 158 \cdot 10^2 v^2)nb(a - h_k) \end{aligned} \quad (11)$$

Звідси питомий опір чизельного знаряддя при роботі до критичної глибини різання з формули (1) можна виразити наступною залежністю:

$$K_{yk} = \frac{P_k}{F_k} = \frac{fG}{F_k} + (K + ev^2), \quad (12)$$

При обробці ґрунту на глибину більшу критичної глибини різання питомий опір ґрунту визначається:

$$K_y = \frac{P_k + P_o}{F_k + F_o} = \frac{P}{F_k + F_o}, \quad (13)$$

В процесі математичного моделювання дослідження тягового опору знаряддя для пошарового обробітку ґрунту **змінними параметрами** виступають [5]:

- глибина обробки ґрунту $a = 0,2 \text{ м} \dots 0,36 \text{ м}$ з кроком $0,08 \text{ м}$;
- швидкість обробки ґрунту, $v = 0,84 \dots 1,94 \text{ м/с}$;
- **Фіксовані дані** [5]:
- коефіцієнт, що характеризує здатність пласта чинити опір $K = 43 \cdot 10^3 \text{ Н/м}^2$;
- коефіцієнт, що залежить від форми робочих органів, $e = 1$;
- критична глибина різання, $h_k = 0,36 \text{ м}$;
- числа робочих органів, $n = 5$;
- ширина захвату робочих органів, $b = 0,07 \text{ м}$;
- конструкційної ширини захвату робочих органів, $B_k = 2,07 \text{ м}$;
- коефіцієнт опору руху знаряддя у борозні, $f = 0,4$.

Основна частина. При розрахунку тягового та питомого опору використовуємо формули (1) та (13).

Аналіз залежності тягового опору від площі перерізу розрихленого пласта на староорних ґрунтах по стерні пшениці (рис. 1 та рис. 2) показав, що тяговий опір та питомий опір чизельного плуга у функції площі перерізу розрихленого пласта має лінійну залежність до критичної глибини різання, значення якої дорівнює приблизно $0,36 \text{ м}$.

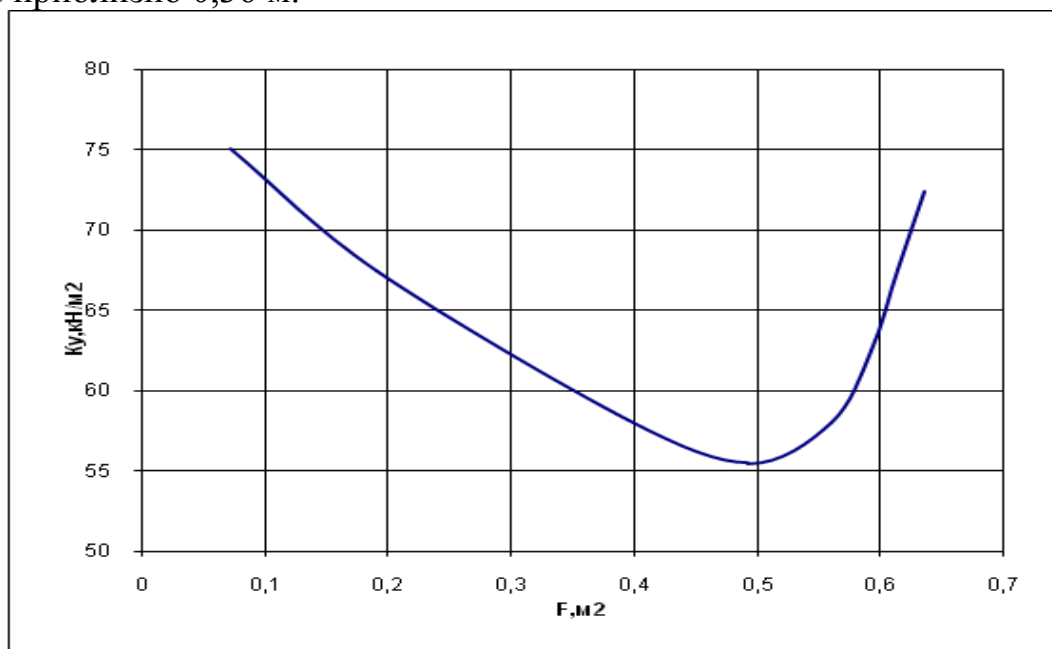


Рис.1 - Залежність тягового опору від площі перерізу розрихленого пласта на староорних ґрунтах по стерні пшениці

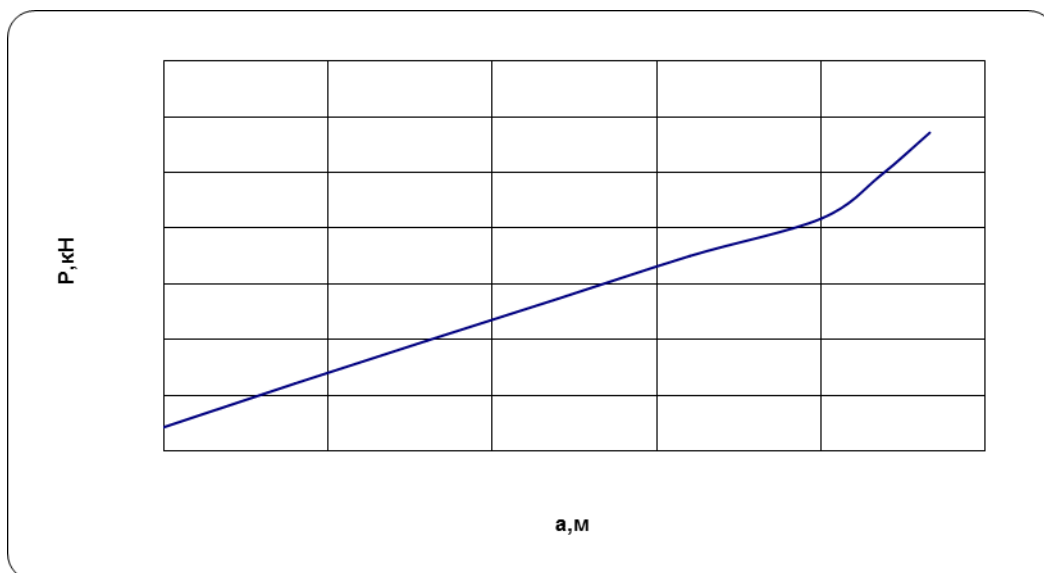


Рис.2 - Залежність питомого опору чизельного плуга від площі перерізу розрихленого пласта на староорних ґрунтах по стерні пшениці

Так при обробітку на глибину більшу критичної глибини різання тяговий опір різко починає підвищуватись за рахунок блокувального різання ґрунту. Питомий опір, як видно з рисунку 1, змінюється по прямій, а при обробітку на глибину більшу критичної глибини різання різко підвищується.

Аналіз залежності тягового опору чизельного плуга у функції глибини обробітку ґрунту змінюється по ломаній лінії (рис. 3), яка відсікає вісь ординат на величину fG згідно формулам (1) та (13). А при досягненні робочим органом критичної глибини обробітку тяговий опір різко починає зростати (рис. 3).

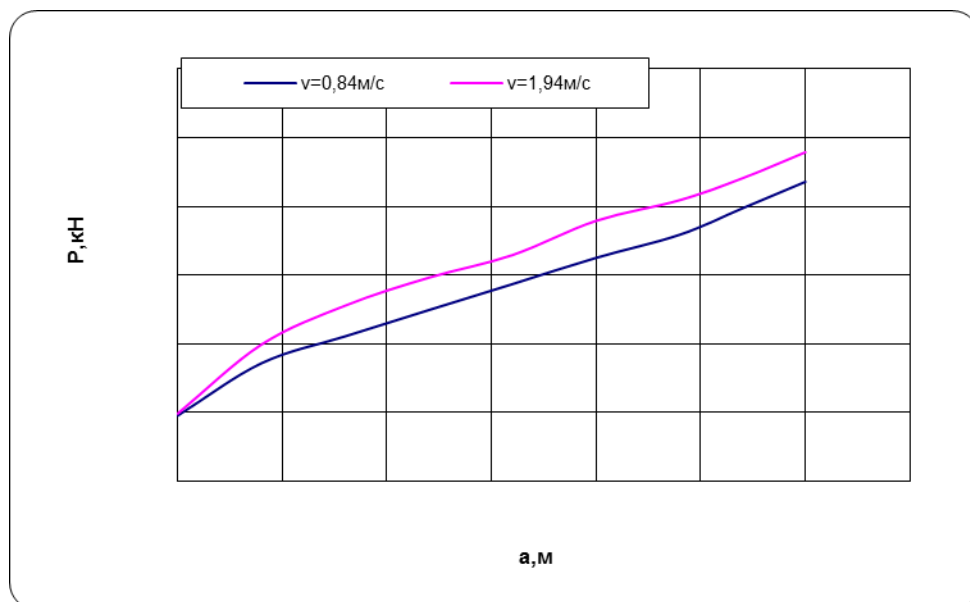


Рис.3 - Залежність тягового опору чизельного плуга від глибини оранки

Аналіз зміни тягового опору в залежності від ширини міжслідів робочих органів при різній глибині обробітку ґрунту показав, що він підвищується по закону параболи й тим інтенсивніше, чим більше глибина обробітку (рис. 4).

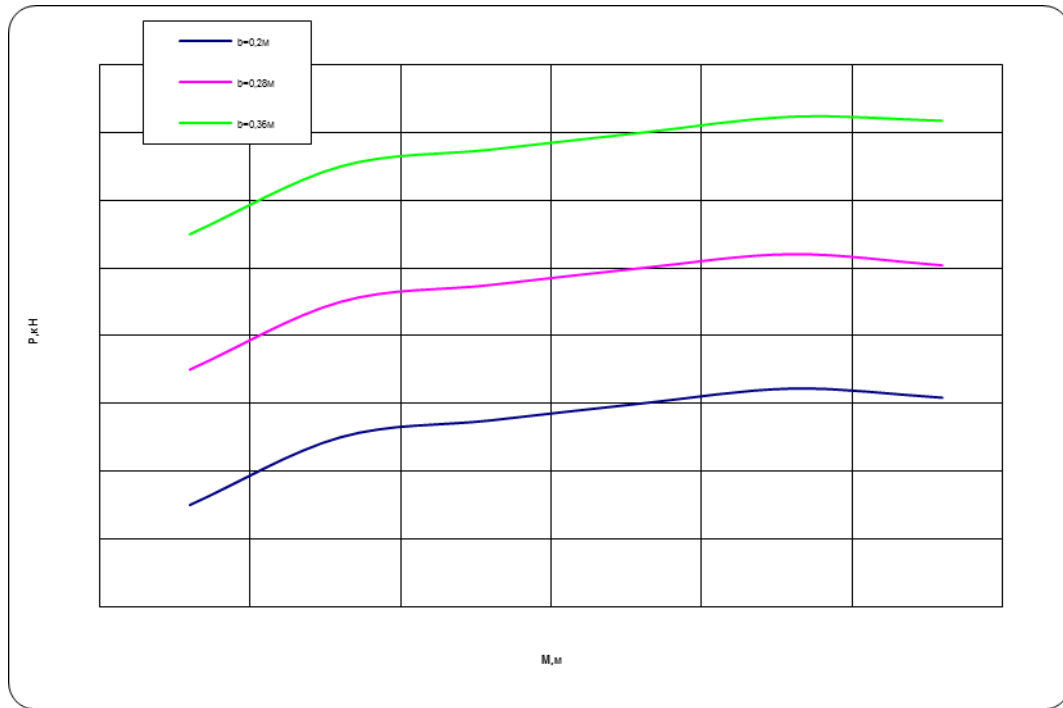


Рис.4 - Тяговий опір у залежності від ширини міжслідів робочих органів при різній глибині обробки ґрунту (відповідно $b = 0,2; 0,28; 0,36\text{м}$)

Тягове зусилля чизельного плуга у залежності від швидкості руху агрегату зростає по закону параболи (рис. 5). В інтервалі швидкостей $0,84 \dots 2,64 \text{ м/с}$ тягове зусилля на глибину $0,2 \text{ м}$ зростає на $13,5\%$, а при обробітку на глибину $0,36 \text{ м}$ – на $17,8\%$. Як бачимо, приріст тягового зусилля при збільшенні швидкості руху агрегату має більше значення при збільшеній глибині обробітку ґрунту.

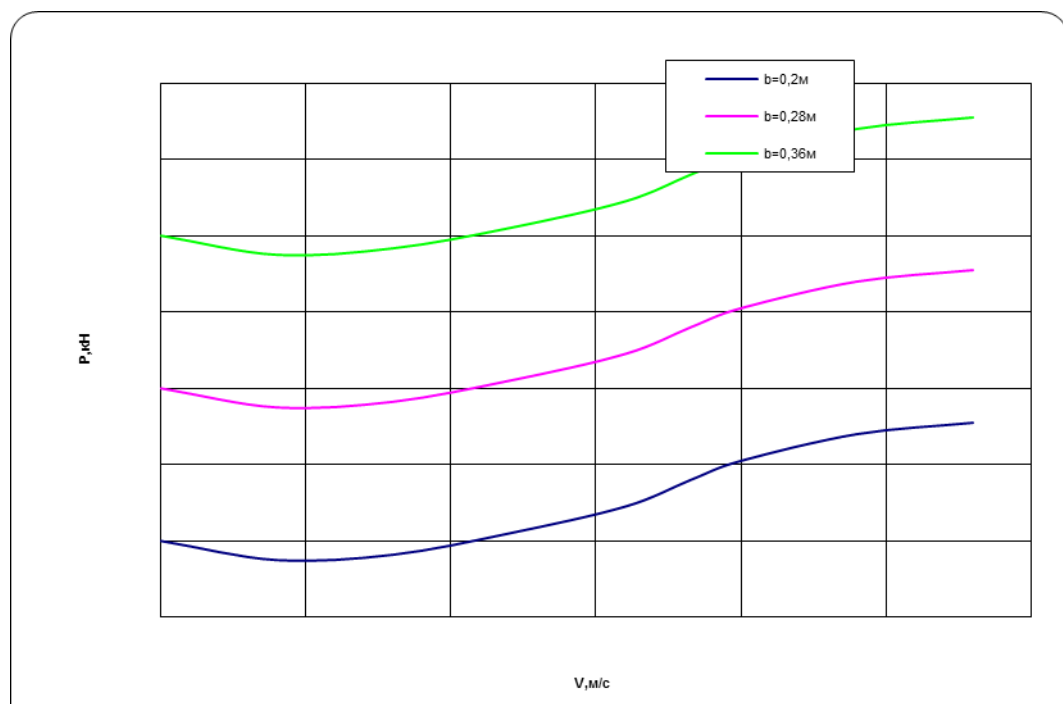


Рис.5 - Тяговий опір у залежності від швидкості руху агрегату при різній глибині обробки ґрунту (відповідно $b = 0,2; 0,28; 0,36\text{м}$)

Висновки. Аналіз результатів теоретичних досліджень показав, що тяговий та питомий опір у функції площі розрихленого пласта має лінійну залежність до критичної глибини різання (різання з відділенням ґрунтової стружки), значення якої приблизно 0,36м. При обробітку на більшу глибину тяговий та питомий опір різко починає збільшуватись за рахунок блокованого різання. Приріст тягового опору при підвищенні швидкості агрегату має більше значення при більшій глибині обробітку ґрунту.

Залежність тягового опору від ширини міжслідів робочих органів при роботі змінюється по ламаній кривій, що відсікає вісь ординат на величину fG . Тяговий опір збільшується тим більше, чим більша глибина обробки ґрунту.

Література.

1. Божко И.В. Расчет тягового сопротивления чизельного рабочего органа для послойной безотвальной обработки почвы / И.В. Божко // Научный журнал КубГАУ, 2014. – №98(04). – С. 1 – 16.
2. Труфанов В.В. Основные параметры симметричных лап и деформация почвы / В.В.Труфанов // Вестник сельскохозяйственной науки – 1963. – № 9, С. 99 – 102.
- 3.Труфанов В. В Глубокое чизелевание почвы / В. В. Труфанов – М.: Агропромиздат, 1989. – 140 с.
4. Клецкина М.И. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин : навч посібник / М.И. Клецкина. – М.: Машиностроение, 1967. – 830 с.
5. Баранников М.М. Дорожные машины. 4.1 Машины для земляных работ (теория и расчет): изд. 3-е перераб. и доп. учебник для студ. вузов. / М.М Баранников. – М.: Машиностроение, 1972. – 504 с.

УДК 631.37:629.114

ДО ПИТАННЯ ВИБОРУ ШИН СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ШИРОКОКОЛІЙНИХ ЗАСОБІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Кувачов В.П., к.т.н.,

Пульянов В.П., інженер.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Анотація – в роботі представлена методика вибору раціональних параметрів пневматичних шин для ширококоліїних спеціалізованих агрозасобів.

Ключові слова – мостовий засіб, технологічна колія, пневматична шина, ККД колеса, опір коченню, раціональний оптимум.

Постановка проблеми. Методика вибору шин коліс мобільних енергетичних засобів науково-практичним досвідом добре відпрацьована. Загальновідомо, що експлуатаційне навантаження на пневматичну шину тракторів і сільськогосподарських машин має бути не більшим за його допустиму вантажопідйомність, встановлену ГОСТ 7463-2003 «Шины пневматические для тракторов и сельскохозяйственных машин». З іншого боку, тиск на ґрунт, створений рушіями енергозасобів та машин, не повинен перевищувати норм, регламентованих ДСТУ 4521:2006 «Техніка сільськогосподарська мобільна. Норми дії ходових систем на ґрунт».

Стрімкий розвиток колійної системи землеробства [1] останнім часом в світі переконливо свідчить про широкі перспективи використання, так званих, «мостових тракторів», до яких відносять мостові трактори Доулера, Biotrac, ASA-Lift WS 9600 WS, ETC, мостовий засіб ТДАТУ та ін. [2]. Рух останніх по слідах постійної технологічної колії створює дещо інші умови та вимоги до роботи пневматичної шини. Згідно з вимогами до параметрів технологічної колії [3] ґрунт в її зоні повинен бути достатньо ущільненим, що покращує тягово-зчіпні та експлуатаційні властивості сільськогосподарських агрегатів. З цього випливає, що обмеженнями щодо допустимих норм дії ходових систем на ґрунт в зоні технологічної колії можна знехтувати. З іншого боку встановлено [2], що ширина колеса мостового засобу повинна бути якомога меншою. Це зменшує втрати площі поля на технологічну зону. Тому, при створенні мостових засобів сільськогосподарського призначення актуальним є питання вибору оптимального навантаження на колесо та раціонального підбору шин.

Аналіз останніх досліджень. Класична теорія колісного рушія свідчить [4], що збільшення розмірів шини (зовнішнього діаметру D_0 і ширини профілю $b_{\text{ш}}$) при однаковому вертикальному навантаженні G_n на шину приводить до покращення тягово-зчіпних властивостей мобільного енергозасобу. Оскільки зменшується сила опору коченню $F_{\text{спр}}$ за рахунок утворення колії і зминання ґрунту рушієм, збільшується дотична сила тяги F_k за рахунок збільшення площі опорної поверхні. До того ж, покращується і його прохідність (зменшується пи-

томий тиск рушіїв на ґрунт, збільшується дорожній просвіт). Разом з тим, збільшення розмірів шини (при $G_n = \text{const}$) призводить до збільшення її вартості та ваги трактора.

Раціонально підібрані шини по діаметру D_0 , ширині $b_{\text{ш}}$, тиску повітря в шині $p_{\text{ш}}$ дозволяють покращити ККД самого колеса η_k .

Формулювання цілей статті. Метою досліджень є підвищення ефективності використання мостових засобів сільськогосподарського виробництва шляхом покращення тягово-зчіпних якостей шин його провідних коліс.

Основна частина. Із теорії взаємодії пневматичного рушія з ґрунтом випливає [4], що при навантаженні $G_n = \text{const}$ можна підібрати таке колесо, оптимальні розміри шини якого і тиску повітря в ній, дозволить отримати найкращі тягово-зчіпні властивості.

В якості критерію ефективності вибору параметрів пневматичних шин рушіїв мобільних засобів приймемо ККД колеса η_k , яке обчислюють за наступним рівнянням [5]:

$$\eta_k = (1 - \delta) \left[1 - \frac{F_{\text{спр}}}{F_k} \right], \quad (1)$$

де δ – коефіцієнт буксування рушіїв;

$F_{\text{спр}}$ – опір коченню пневматичного колеса;

F_k – дотична сила тяги, яку створює пневматичне колесо.

Згідно поставленої мети вибору оптимальних та раціональних параметрів пневматичних шин рушіїв мостових засобів сільськогосподарського призначення необхідно знайти компромісне рішення, яке передбачає реалізацію наступного алгоритму:

$$\begin{aligned} \text{при } G_n = \text{const}; D_0, b_{\text{ш}}, p_{\text{ш}} = \text{var} \text{ де } b_{\text{ш}} \rightarrow \min; p_{\text{ш}} \leq p_{\text{ш max}}; \\ F_{\text{спр}} \rightarrow \min; F_k \rightarrow \max; \eta_k \rightarrow \max. \end{aligned} \quad (2)$$

За умови рівномірного кочення еластичної шини по горизонтальній деформованій опорній поверхні відомо [6], що енергія, яка передається колесу, витрачається на виконання трьох видів робіт. Останні складають загальну енергію опору коченню колеса: вертикальне зминання ґрунту і утворення ущільнення сліду (колії); пружна деформація ґрунту, що викликає внутрішнє тертя в шині; тертя протектора шини об опорну поверхню в місці її контакту.

Рівняння балансу сил опору коченню колеса при цьому дорівнює

$$F_{\text{спр}} = F_{fп} + F_{fш} + F_{fтр}, \quad (3)$$

де $F_{fп}$, $F_{fш}$, $F_{fтр}$ – сили опору коченню від деформації ґрунту, шини і тертя пружного проковзування.

Розгляд вказаних сил за методикою [6] дозволяє отримати розгорнуту залежність (3) через параметри, що їх визначають, у вигляді:

$$F_{\text{спр}} = k_r \cdot b_{\text{ш}} \cdot h_k^2 + k_{\text{ш}} \cdot G_n \cdot (h_n/D_0)^{1/3} + (2/3) \cdot \mu_n \cdot G_n \cdot k_s \cdot h_n/D_0, \quad (4)$$

де k_r – коефіцієнт об'ємного зминання ґрунту, Н/м³;

h_k – глибина колії, м;

$k_{\text{ш}}$ – безрозмірний коефіцієнт, який залежить від матеріалу шини, конструкції її каркасу та інших факторів;

h_n – нормальна деформація (прогин) шини, м;

μ_n – коефіцієнт тертя протектора шини об опорну поверхню (грунт);

k_s – кінематичний коефіцієнт, що враховує форму шини та нахил площини обертання колеса до площини опорної поверхні (грунту).

Для визначення параметру h_n скористуємося рівнянням Р. Хедекеля, а h_k – В. Надикто [3]:

$$h_n = G_n / 2 \cdot \pi \cdot p_{ш} \cdot (b_{ш} \cdot D_0)^{1/2},$$

$$h_k = \frac{0,01 \cdot p_{ш} - 0,0002 \cdot H}{\rho \cdot g} + 4,655 \frac{G_n \cdot \rho \cdot g}{p_{ш}^2}, \quad (5)$$

де ρ – щільність ґрунту, кг/м³;

g – прискорення вільного падіння, м/с²;

H – твердість ґрунту, Па.

Максимальну дотичну сила тяги F_k , яку створює пневматичне колесо, можна визначити за умов достатнього його зчеплення з ґрунтом. Ця сила залежить від коефіцієнта зчеплення і навантаження G_n , яке прикладене до нього [7]

$$F_k = \psi_{зч} \cdot G_n, \quad (6)$$

де $\psi_{зч}$ – коефіцієнт зчеплення.

Після підстановки (4-6) в (1) і проведення низки математичних перетворень отримуємо рівняння, яке зв'язує ККД пневматичного колеса з його параметрами та властивостями ґрунту

$$\eta_k = (1 - \delta) \cdot \left[1 - \frac{k_z \cdot b_{ш} \cdot \left(\frac{0,01 \cdot p_{ш} - 0,0002 \cdot H}{\rho \cdot g} + 4,655 \frac{G_n \cdot \rho \cdot g}{p_{ш}^2} \right)^2}{\psi_{зч} \cdot G_n} - \frac{k_{ш} \cdot G_n^{1/3}}{\psi_{зч} \cdot (2 \cdot \pi \cdot p_{ш})^{1/3} \cdot D_0^{1/2} \cdot b_{ш}^{1/6}} - \frac{\mu_n \cdot k_s \cdot G_n}{3 \cdot \psi_{зч} \cdot \pi \cdot p_{ш} \cdot b_{ш}^{1/2} \cdot D_0^{3/2}} \right]. \quad (7)$$

Далі будемо розрізняти поняття «оптимальні» і «раціональні» параметри пневматичного колеса. Оптимальними пропонуємо називати параметри, які є екстремумом функції (1)

$$\begin{cases} \frac{\partial \eta_k}{\partial D_0} = 0; & \frac{\partial \eta_k}{\partial b_{ш}} = 0; & \frac{\partial \eta_k}{\partial p_{ш}} = 0. \end{cases} \quad (8)$$

А раціональними параметрами є такі, які за вказаним алгоритмом (2) відповідають точкам раціонального оптимуму, формалізація останніх наведена у [8].

Частинні похідні (8) з урахуванням рівняння (7) є такими:

$$\begin{cases} \frac{\partial \eta_k}{\partial D_0} = \frac{(1 - \delta)}{2} \left(\frac{A_5}{p_{ш}^{1/3} \cdot D_0^{3/2} \cdot b_{ш}^{1/6}} + \frac{3A_6}{p_{ш} \cdot D_0^{5/2} \cdot b_{ш}^{1/2}} \right), \\ \frac{\partial \eta_k}{\partial b_{ш}} = (1 - \delta) \left(-A_1 \cdot (A_2 \cdot p_{ш} - A_3 + \frac{A_4}{p_{ш}^2})^2 + \frac{A_5}{6 \cdot p_{ш}^{1/3} \cdot D_0^{1/2} \cdot b_{ш}^{7/6}} + \frac{A_6}{2 \cdot p_{ш} \cdot D_0^{3/2} \cdot b_{ш}^{3/2}} \right), \\ \frac{\partial \eta_k}{\partial p_{ш}} = (1 - \delta) \left(-2 \cdot A_1 \cdot A_2^2 \cdot p_{ш} + \frac{2 \cdot A_1 \cdot A_2 \cdot A_4 + A_1 \cdot A_4^2}{p_{ш}^2} + \frac{A_5}{3 \cdot D_0^{1/2} \cdot b_{ш}^{1/6} \cdot p_{ш}^{4/3}} + \frac{A_6}{D_0^{3/2} \cdot b_{ш}^{1/2} \cdot p_{ш}^2} \right), \end{cases} \quad (9)$$

$$\text{де } A_1 = \frac{k_z}{\psi_{зч} \cdot G_n}; \quad A_2 = \frac{0,01}{\rho \cdot g}; \quad A_3 = \frac{0,0002 \cdot H}{\rho \cdot g}; \quad A_4 = 4,655 \cdot G_n \cdot \rho \cdot g;$$

$$A_5 = \frac{k_{ш} \cdot G_n^{1/3}}{\psi_{зч} \cdot (2 \cdot \pi)^{1/3}}; A_6 = \frac{\mu_n \cdot k_s \cdot G_n}{3 \cdot \psi_{зч} \cdot \pi}.$$

Аналіз системи рівнянь (9) свідчить про те, що з позиції пошуку екстремумів першого роду функції η_k за параметрами D_0 , $b_{ш}$ і $p_{ш}$ останні наближаються до нескінченності.

Для пошуку точок раціонального оптимуму побудуємо графічні залежності частинних похідних $\frac{\partial \eta_k}{\partial b_{ш}} = f(b_{ш})$ (рис. 1) і $\frac{\partial \eta_k}{\partial D_0} = f(D_0)$ (рис. 2).

Для розрахунку по (9) значення вхідних параметрів були прийняті наступні: $\psi_{зч} = 0,7$; $\delta_{max} = 0,14$; $\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$; $H = 800 \text{ Па}$; де $k_r = 10^8 \text{ Н/м}^3$; $\mu_n = 0,4$.

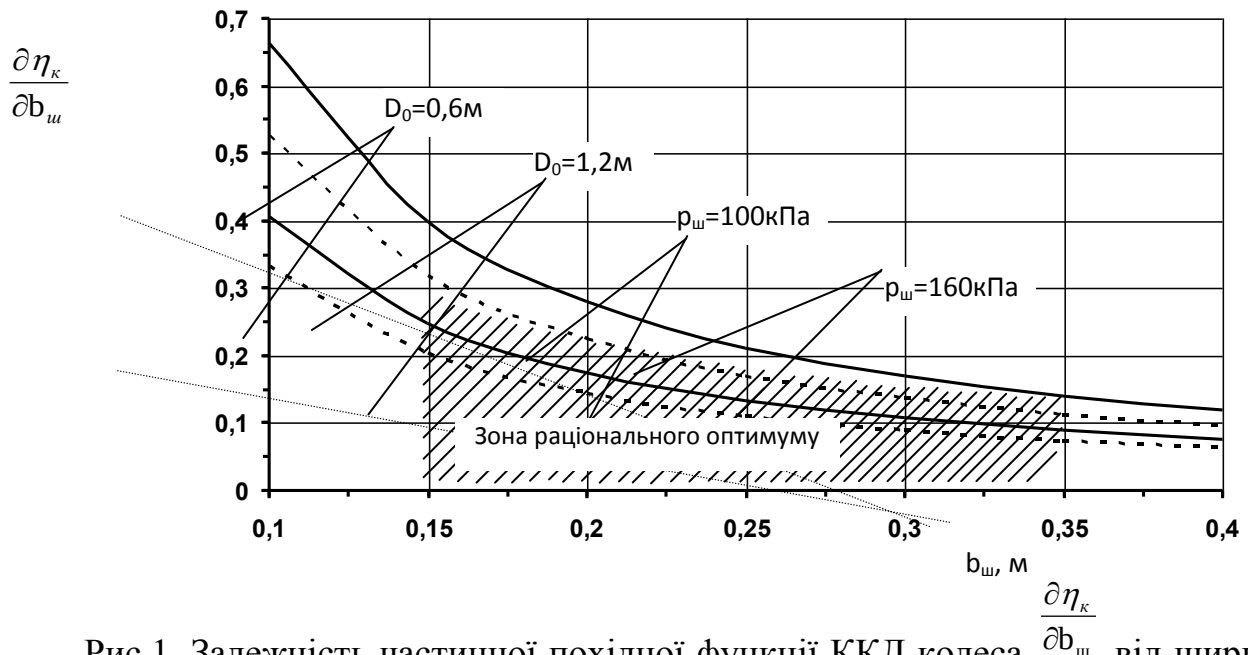


Рис.1. Залежність частинної похідної функції ККД колеса $\frac{\partial \eta_k}{\partial b_{ш}}$ від ширини його шини $b_{ш}$ при $G_n = 10 \text{ кН}$.

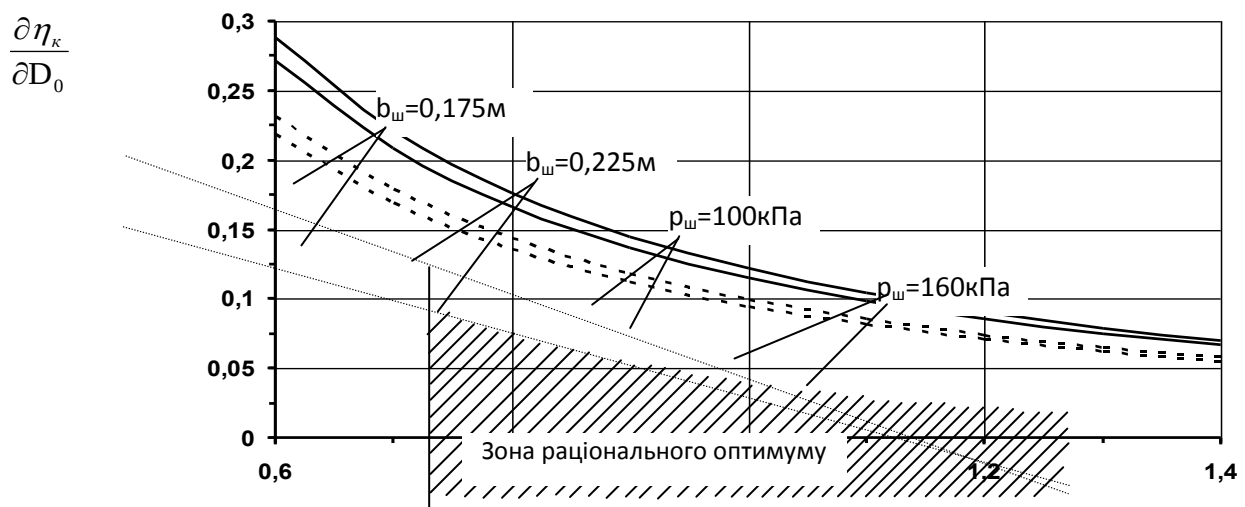


Рис.2. Залежність частинної похідної функції ККД ко. $\frac{\partial \eta_k}{\partial D_0}$ від його діаметру D_0 при $G_n = 10 \text{ кН}$.

Характер функцій побудованих залежностей (рис. 1 та 2) відноситься до двохзонних, криві яких мають точки раціонального оптимуму. Використовуючи методику В. Надикто та О. Величко пошуку точки оптимуму кривої [8] було встановлено, що раціональний оптимум ширини $b_{ш}$ за рис. 1 становить в інтервалі 0,175...0,225 м, в залежності від тиску в шині $p_{ш}$. При цьому, збільшення останнього з 100 кПа до 160 кПа є бажаним, оскільки наближає частинну похідну функції $\frac{\partial \eta_k}{\partial b_{ш}}$ до нуля. Тому, за вказаних умов ширина шини повинна становити не менше 0,175 м, що дозволить мати високий ККД її роботи.

Для вказаних значень раціонального оптимуму за параметром $b_{ш}$ побудована графічна залежність частинної похідної $\frac{\partial \eta_k}{\partial D_0} = f(D_0)$ (див. рис. 2) свідчить про те, що раціональний оптимум D_0 становить в інтервалі 0,82...0,98 м, в залежності від тиску в шині $p_{ш}$. При цьому, збільшення останнього з 100 кПа до 160 кПа також є бажаним, оскільки наближає частинну похідну функції $\frac{\partial \eta_k}{\partial D_0}$ до нуля. Тому, за вказаних умов діаметр шини повинний становити не менше 0,82 м, що дозволить мати високий ККД її роботи.

Запропонована методика пошуку раціональних параметрів пневматичних коліс дозволяє обґрунтовувати типорозміри шин для будь яких мобільних засобів, навіть при здвоюванні коліс.

Висновок. При обґрунтуванні параметрів шин коліс мостових засобів сільськогосподарського призначення, рушії яких рухаються по слідах постійної технологічної колії, необхідно вирішувати компромісну задачу. Згідно з якою, з одного боку, ширина профілю шини повинна бути як найменшою, а з іншого – колесо повинно при цьому розвивати максимальний ККД. Вирішення поставленої задачі шляхом аналізу частинних похідних функції ККД колеса дозволяє обґрунтувати точки раціонального оптимуму параметрів пневматичного колеса.

Пошук раціональних параметрів пневматичного колеса для мостового засобу з вертикальним навантаженням на колесо $G_n = 10$ кН показав, що зона раціонального оптимуму ширини колеса становить від (0,175...0,225) м і більше, а його діаметру – від (0,82...0,98) м і більше. При цьому, збільшення тиску в шині з 100 кПа до 160 кПа є бажаним, оскільки наближає частинні похідні функцій $\frac{\partial \eta_k}{\partial b_{ш}}$ і $\frac{\partial \eta_k}{\partial D_0}$ до нуля.

Запропонована методика пошуку раціональних параметрів пневматичного колеса, шляхом аналізу частинних похідних функції його ККД, дозволяє обґрунтовувати типорозміри шин для будь яких мобільних засобів, навіть при здвоюванні коліс.

Література.

1. Controlled Traffic Farming – CTF [Електронний ресурс]. - Режим доступу: www.controlledtrafficfarming.com.

2. *Кувачов В.П.* Землевикористання при облаштуванні поля для роботи енерготехнологічних засобів мостового типу / Кувачов В.П. // Науковий вісник ТДАТУ [Електронний ресурс]. – Мелітополь: ТДАТУ, 2013. – Вип.1, Т.3. – С. 116-127.

3. *Надикто В.Т.* Колійна та мостова системи землеробства. Монографія / В.Т. Надикто, В.О. Улексін. – Мелітополь: ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2008.-270 с.

4. *Гуськов В.В.* Оптимальные параметры сельскохозяйственных тракторов // Гуськов В.В. – М.: Машиностроение, 1996.-194 с.

5. *Гуськов А.В.* Определение тягово-сцепных качеств шин ведущих колес тракторов / Гуськов А.В. // Вестник харьковского Национального автомобильно-дорожного университета. – 2007. – Вып. № 37.

6. *Кутьков Г.М.* Тракторы и автомобили: Теория и технологические свойства / Кутьков Г.М. – М.: Колос, 2004. – 504 с.

7. *Третьак В.М.* Аналіз потужностей, які можуть створювати колісні рушії тягово-транспортних засобів / В.М. Третьак, М.В. Лясківський // Міжвідомчий тематичний науковий збірник ННЦ ІМЕСГ. – 2009. -Вип. 93. - С.247-252.

8. *Надикто В.* Означення точки оптимуму кривої та способів її визначення / В. Надикто, О. Величко // Техніка і технології АПК. – 2014. - №2(53). – С.16-18.

УДК 631.153

МЕТОДИКА ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ

Орлов Я.Б., інженер
Ігнат'єв Є.І., інженер

Таврійський державний агротехнологічний університет

***Анотація** – в роботі приведено методикку та результати порівняння різних технологій вирощування соняшнику.*

***Ключові слова** – соняшник, врожай, інтенсивна технологія, «no-till», механізована технологія, собівартість.*

Постановка проблеми. Розвиток науково-технічного прогресу вимушує кожне підприємство брати участь в постійному оновленні технологічного оснащення свого виробництва. Використання технічних засобів міцно увійшло до повсякденного життя всіх підприємств. Сільськогосподарські підприємства не є виключенням з правил і повинні своєчасно стежити за змінами техніко-технологічного асортименту, пропонованого ринком сільгоспмашинобудівників.

В даний час все більше поширення набувають так звані ресурсозберігаючі технології обробітку ґрунту. Ресурсозберігання може розглядатися в декількох аспектах, серед яких економія ресурсів підприємства, таких як паливно-мастильні матеріали, технічні засоби і механізатори, а також дбайливе витрачання, збереження і примноження природних ресурсів, таких як ґрунтова родючість і волога.

Ресурсозберігання на перший погляд не може бути не вигідним, оскільки дозволяє економити ресурси і за рахунок цього скорочувати собівартість.

Розгляду питань, пов'язаних з упровадженням ресурсозберігаючих технологій, що впливають не тільки на собівартість, але і на величину необхідних інвестицій, а також планованої виручки. Тому рішення про технологічне переозброєння рослинництва багато в чому є неоднозначним, а в деяких моментах і суперечливим.

Тому особливо актуальною виглядає робота, пов'язана з оглядом існуючих технологій, аналізом недоліків і переваг як традиційних, так і перспективних технологій і технічних засобів.

Аналіз останніх досліджень. Перші спроби запровадження в Україні цілісної системи землеробства без використання плуга пов'язані з ідеями і практичною діяльністю агронома, вченого і господарника Івана Євгеновича Овсінського. Переїнявши багато ідей і практичного досвіду у китайців він один з перших у світі виявив негативні наслідки оранки і теоретично обґрунтував та втілював у життя поверхневий обробіток ґрунту. Дещо пізніше у вітчизняній літературі пропагувались методи безполицевого обробітку Жана (Франція) та Ахенбаха (Німеччина) [1], які активно обговорювались, але мало перевірялись на

*Матеріали міжнародної науково-практичної конференції за результатами досліджень 2014 року
Том 4. Технічні науки (ч.2)*

практиці. Вони не вплинули на загальну спрямованість розвитку систем обробітку ґрунту ні в наукових установах, ні у виробництві.

Наукове вивчення і виробнича перевірка запропонованої Т.С. Мальцевим системи обробітку ґрунту набула в колишньому СРСР, у тому числі, й в Україні надзвичайно широкого поширення. Першу спробу оцінити її у повному обсязі в ротації паро-зернової сівозміни було здійснено під наглядом академіка І.В. Тюріна на Курганському дослідному полі, що на 340 км південніше Шадріно, де здійснював свої досліді Т.С. Мальцев [3].

Формулювання цілей статті. Для достовірного порівняння різних систем землеробства необхідно мати обґрунтовану методику та узагальнюючі показники. Тому основною метою статі і є розробка цих питань для порівняння інтенсивної, механізованої та «нульової» технологій по основним техніко-економічним показникам..

Основна частина. Вирощування соняшника, як і інших просапних культур в світовій практиці проводять по різних технологіям. Найбільш протилежними по техніко-економічним показниках є інтенсивна, звичайна механізована і технологія з нульовим обробітком ґрунту (No-till).

Аналіз економічних показників вирощування соняшника за різними технологіями буде проводитись на основі даних, матеріально-технічного та технологічного забезпечення ТОВ «Магістраль Сервіс» Мелітопольського району.

Для початку коротко розглянемо особливості вищезначених технологій. Інтенсивна технологія обробітку соняшнику високоефективна, при ній в комплексі застосовуються ґрунтові гербіциди і високоефективні інсектофунгіциди, високоякісні районовані гібриди, оптимальні дози добрив, десикантів, високопродуктивна сучасна техніка; передбачається потокове виконання робіт, ретельне дотримання агротехнічних вимог і застосування зональної агротехніки.

Механізована технологія вирощування соняшнику застосовується в господарствах з обмеженим фінансовими ресурсами. Вона забезпечує врожай на рівні 45-65% від інтенсивної. Механізована технологія має деякі відмінності від інтенсивної.

По-перше, як правило, не вноситься необхідна кількість добрив, не застосовуються мікродобрива і регулятори росту.

По-друге, для боротьби з бур'янами застосовують в основному механічні обробки, що знижує ефективність їх знищення. При такій технології обов'язкові декілька допосівних культивацій, досходові та післясходові борошування.

В комплекс машин входять не кращі зразки, а ті, що є в господарстві. В іншому механізована технологія подібна інтенсивній.

Розкривати мету роботи будемо методом порівняння технологічних, екологічних та техніко-економічних показників існуючих технологій вирощування соняшнику.

В цілому доля соняшнику в сівозміні не повинна перевищувати 20-25% від площ орних земель. З іншої сторони, соняшник є цінною технічною культурою. Соняшник залишає погані умови під наступну культуру.

Задача досліджень полягає в вивченні кращої технології з точки зору техніко-економічних і екологічних показників згідно ДСТУ 4397:2005 «Методи економічного оцінювання техніки на етапі випробування» і їх порівнянням.

Собівартість продукції визначається за формулою[4]:

$$C_{в.к} = \frac{C_n}{Q} \quad (1)$$

де C_n – загальні витрати, грн.;

Q – валове виробництво, т (100 га × 4,2 т/га, 100 га × 2,5 т/га, 100 га × 3,0 т/га).

Прямі експлуатаційні витрати – сума витрат коштів, необхідних технологічного процесу (Експлуатаційні витрати визначають як суму витрат на заробітну плату обслуговуючому персоналу, амортизаційні відрахування, ремонтування та технічне обслуговування, паливно-мастильні матеріали, допоміжні технологічні матеріали).

$$C_{сп} = Z_{п} + A_{п} + P_{п} + T_{п} + П_{сп} + Q_{жп} + M_{п}, \quad (2)$$

де $C_{сп}$ – прямі витрати на вирощування за інтенсивно технологією, грн.;

$Z_{п}$ – заробітна плата робітників з нарахуваннями, грн.;

$A_{п}$ – амортизаційні відрахування, грн.;

$P_{п}$ – витрати на ремонт та технічне обслуговування, грн.;

$T_{п}$ – витрати на енергосистеми, грн.;

$П_{сп}$ – страхові платежі, грн.;

$Q_{жп}$ – витрати на забезпечення життєдіяльності працюючих, які зайняті на вирощуванні, грн.;

$M_{п}$ – витрати на основні та допоміжні матеріали, грн.

Для повноцінного порівняння технологій потрібно скласти технологічні карти на вирощування та збирання соняшника за обраними технологіями.

Технологічна карта вирощування соняшнику складається на основі схеми сівозміни, типу ґрунту, наявності сільськогосподарської техніки, запланованого врожаю. Визначається кількість мінеральних добрив.

На основі вище приведених особливостей технологій визначається перелік і послідовність виконання операцій, термін їх виконання і склад МТА [2].

Окрім техніко-економічних показників ефективність технологій можна оцінити за екологічними показниками: міняльним та пестицидним навантаженням на ґрунт та біосферу. Ще одним з важливих показників порівняння технологій є показник ущільнення ґрунту, який визначається у наступній послідовності: у масштабі відмічаємо кількість проходів агрегатів по полю з максимальної ширини захвату агрегатів; потім визначаємо загальну ширину проходів коліс або гусениць тракторів; розраховуємо коефіцієнт ущільнення ґрунту за формулою

$$k = \frac{L_{np}}{L_{заг}}, \quad (3)$$

де L_{np} - загальна площа проходів коліс або гусениць, м²;

L_{zazi} - ширина захвату агрегату, м²;

Далі приведемо результати порівняння трьох технологій з традиційною для застосування при вирощуванні соняшника в умовах ТОВ «Магістраль-Сервіс». Середня площа вирощування складає 251,5 га, врожайність в 2014 році – 11,8 ц/га, а розрахункова собівартість на 2015р. орієнтовно складає 2700 грн/т.

Результати розрахунків техніко-економічних показників зводимо в таблицю 1.

Таблиця 1 – Техніко-економічні показники порівняння технологій

Показник	Варіанти технології			
	проект на 2015 р.	інтенсив-на	механізова-на	No-till
Площа вирощування соняшнику, га	251,5			
Середньорічна кількість працівників, які зайняті на вирощуванні, люд.	2,39	1,86	1,63	1,08
Собівартість 1 т продукції, грн.	2700	2617,82	2287,42	3399,40
Витрати праці на виробництво 1 т продукції, люд.-год.	7,46	3,84	5,05	2,67
Виробництво продукції на 1 працівника, т	124,2	243,21	185,15	350,63
Строк окупності проекту, років	-	1,49	0,16	6,28
Інвестиційні вкладення для забезпечення особливостей технологій в умовах господарства, грн.	-	1410000	25000	1300000
Річний економічний ефект, грн.	-	780194,01	150942,02	50960,48

Згідно розроблених технологічних карт на вирощування й збирання соняшника за інтенсивною, механізованою та «нульовою» технологіями. На їх підставі визначено склад комплексів машин. Загальні витрати праці в 1,7 рази більше у інтенсивній технології ніж «нульовій». Витрати палива складають 67,49 кг/га – інтенсивна технологія; 61,55 кг/га – при механізованій та 38,53 кг/га – при «нульовій». Собівартість 1 т соняшника при вирощуванні по інтенсивній технології при використанні нової техніки складає – 2617,82 грн./т, при механізованій – 2287,42 грн./т, а при «нульовій» - 3399,4 грн./т., але в залежності від року експлуатації техніки собівартість значно знизиться.

Результати порівняння технологій за дією на навколишнє середовище зводимо в таблицю 2.

Таблиця 2 – Мінеральне та пестицидне навантаження на ґрунт

Технологія	Кратність обробки гербицидами	Кількість видів гербицидів, шт.	Внесено бакової суміші, л	Кількість витрачених гербицидів, л/га	Вартість обробки гербицидами 1 га, грн	Внесено мінеральних добрив, т/га
-інтенсивна	2	2	400	3,2	1151,4	0,31
-механізована	1	1	200	1,2	303,36	0,15
-no-till	5	3	900	11,2	2479,4	0,25

Також цікавим є розподіл гербицидів за марками, представимо цю інформацію у вигляді графіку (рис.1).

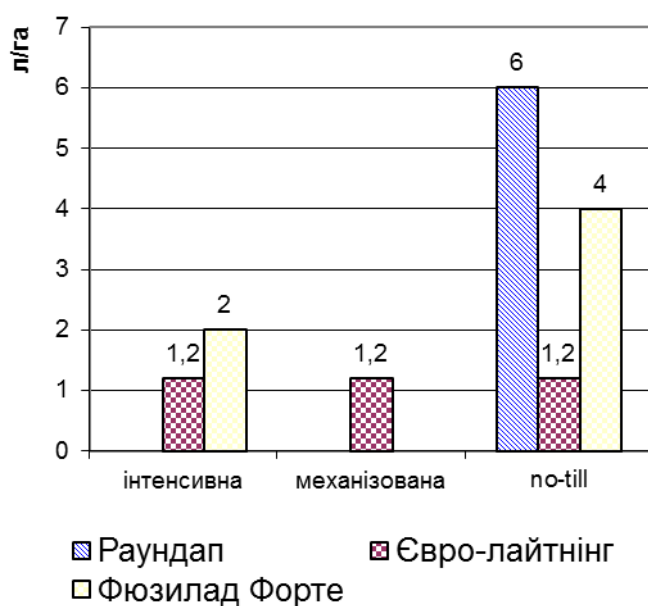


Рис.1 – Марки гербицидів, що застосовуються за порівнюваних нами технологій

З таблиці 2 та рис.1 бачимо, що витрати хімічних засобів та їх номенклатура значно вищі у no-till технології, а відповідно зростають і витрати коштів для забезпечення технології. Інтенсивна ж технологія потребує більшої кількості мінеральних добрив, але це перекривається більшим проектним приростом врожайності.

Коефіцієнт ущільнення ґрунту свідчить, що при «нульовій» технології він знаходиться на рівні 0,24, а інтенсивній – 0,52.

Висновки. На підставі проведеного літературного аналізу технологій вирощування та збирання соняшника можна зробити наступні висновки: при впровадженні «нульової технології» збільшується економія таких ресурсів як ПММ, добрива, витрати праці та часу; зберігається та відновлюється родючість шару ґрунту (відбувається поліпшення його хімічних, фізичних та біологічних якостей, підвищується вміст органічних речовин у ґрунті); зменшується ерозія ґрунту (немає необхідності витрачати додаткові кошти на рішення цієї проблеми); екологічне керування бур'янами на посівах; накопичення та зберігання вологи у ґрунті; зниження залежності врожаю від погодних умов; деяке збільшення врожайності соняшника.

На підставі проведених техніко-економічних розрахунків порівняння інтенсивної, механізованої та «нульової» технологій бачимо, що: в порівнянні з інтенсивною технологією у «нульовій» технології менші витрати праці у 1,7 рази, витрати палива – в 1,75 рази, а витрати на заробітну платню – в 1,85 рази. Але при цьому вартість комплексу машин та витрати на хімічні засоби значно вищі у no-till технології. Тому кращий економічний ефект за таких важких умов господарювання забезпечить саме інтенсивна технологія.

Література.

1. *Фирсов И.П.* Технология производства продукции растениеводства. / *И.П. Фирсов* – М: Агропромиздат, 1989 – 432 с.
2. Мазоренко Д.І Технологічні карти та витрати на вирощування сільськогосподарських культур з різними ресурсами забезпечення / *Д.І Мазоренко, Г.Є. Мазнев.* – Харків: ХНТУСГ. – 2006 – 725 с.
3. *Танчик С.П.* Технологія вирощування продуктів рослинництва / *С.П. Танчик.* – 2008
4. *Вронских М.Д.* Прогрессивная технология возделывания подсолнечника / *М.Д. Вронских и др.* – Кишинев, Карта Молдованяскэ, 1988.

УДК 621.891

ВПЛИВ ТРИБО ЛОГІЧНИХ ПРИСАДОК В МОТОРНИХ ОЛИВАХ НА ЗНОС ДЕТАЛЕЙ ТА НАДІЙНІСТЬ РОБОТИ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ

Приходько Д.В., магістрант,

Мітков Б.В., к.т.н.,

Ігнат'єв Є.І., інж.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Анотація – в роботі приведено методiku та результати дослідження впливу трибо логічних присадок на властивості моторних олив.

Ключові слова – олива, присадки, трибологія, надійність, технічна експлуатація, двигун, ресурс.

Постановка проблеми. Темпи розвитку сучасного суспільства та ринкова конкуренція ставлять перед виробником дуже складне завдання – зниження вартості експлуатації техніки є урахування забезпечення максимальної працездатності. Основним напрямком по поліпшенню якості техніки з урахуванням того, що від 80% до 90% відмов машин, систем і механізмів відбувається через зношування вузлів і деталей [5]. Ця проблема вирішується двома шляхами: впровадженням більш досконалих конструктивних рішень і створення нових мастильних матеріалів.

Застосування мастильних матеріалів вперше документально зафіксовано понад 3,5 тисяч років тому. З тих пір не змінився тільки головний принцип і призначення мастила - утворювати найтоншу і міцну плівку на поверхні тертьових деталей і запобігати прямому контакту їх мікронерівностей. Саме так різко знижується тертя і зменшується ймовірність виникнення зазорів.

На сьогоднішній день з урахуванням розвитку хімії та хімічної технології, необхідно відзначити, що різноманіття мастильних матеріалів збільшилась в порівнянні з 60 роками ХХ століття на кілька порядків.

Одним з найважливіших типів мастильних матеріалів є тверді: графіт, дисульфід молібдену, нітрит бору, шунгіт, диселенід молібдену. Так графіт і дисульфід молібдену використовують або як твердий мастильний матеріал в чистому вигляді, або у вигляді пластичних змазок, де система загущується милами, або парафіном, або церезином. Незважаючи на перспективні використання в якості антифрикційної добавки до моторних олив, вони використовуються у вітчизняних технологіях рідко, а виключно в зарубіжних виробників.

Тому дослідження в цьому напрямку є актуальними і мають вагоме практичне значення.

Аналіз останніх досліджень. Для забезпечення роботи двигунів олива повинна володіти двома, протилежними властивостями: добре текти - проникаючи через систему найтонших каналів при будь-яких температурах, у тому числі і взимку, після "нічної" стоянки при "мінус" 30 або 40, коли все "текуче"

*Матеріали міжнародної науково-практичної конференції за результатами досліджень 2014 року
Том 4. Технічні науки (ч.2)*

прагне перетворитися на "гуталін" та створювати міцну захисну плівку. Тому саме дослідженню трибологічних властивостей олив присвячені роботи таких вчених, як Євдокимова Ю.А. Ровінського Д.Я. та Крагельського І.В.

Формулювання цілей статті. Розробка методики та технічної оснастки для проведення досліджень у галузі підвищення якості олив за рахунок додавання додаткової кількості сучасних трибологічних протизносних присадок.

Основна частина. Перетворення енергії в ДВЗ супроводжуються переміщенням деталей з величезними швидкостями, тертям, значними механічними та термічними навантаженнями. Ефективне функціонування ДВЗ (з високим коефіцієнтом корисної дії, заданим рівнем безвідмовності і довговічності) неможливо без використання сучасних олив.

Олива виконує у двигунах безліч функцій, в число яких входить зниження коефіцієнта тертя і зносу деталей, відвід продуктів зносу та теплоти від них, підвищення герметичності робочих порожнин двигунів, захист поверхонь деталей від агресивних в хімічному відношенні продуктів згоряння та ін.

Найбільш важливою функцією моторного олива є зниження коефіцієнта тертя в парах тертя ДВЗ, а найбільші втрати на тертя виникають в деталях циліндро-поршньової групи. Вони обумовлені особливостями їх конструкції та функціонування в ДВЗ.

Особливості функціонування та конструкції ДВЗ створюють надзвичайно важкі умови для роботи моторних олив. Під дією високих температур, кисню повітря, незгорілого палива, які потрапляють в систему змащення продуктів згоряння палива, що містять оксиди сірки, азоту, пари води, в присутності нагрітих металів, хімічний склад олив та їх властивості в процесі експлуатації двигуна істотно змінюються. В складі олив повинні бути присадки, що запобігають виникненню на поверхнях тертьових деталей процесів пошкоджуваності. Моторні оливи повинні в мінімальному ступені випаровуватися, окислюватися, розкладатися, полімеризуватися під дією високих температур і каталітичної дії металів в ДВЗ.

Склад оливи в процесі експлуатації залежить також від наявності та ефективності дії в ній присадок. Рівень ефективності і працездатності присадок визначається жорсткістю умов експлуатації (режимами роботи, кліматичними умовами), вмістом сірки, ненасичених вуглеводів і важких фракцій в паливі.

Також небажане і збільшення в'язкості олив в процесі експлуатації. Загустіння олива, як правило, пов'язано з попаданням в нього великої кількості забруднень. Вважають, що оливу підлягає заміні, якщо його в'язкість зросла більше, ніж на 35% [3]. Однією з найважливіших складових частин процесу старіння моторних олив, в багато чому визначаючих працездатність останніх, є спрацьованість присадок, що містяться в оливі.

Аналіз класифікацій існуючих присадок та їх видів показав, що вони змінюють властивості мінеральної або синтетичної основи моторних олив, а також додають їм нові властивості.

Зазвичай композиція присадок до сучасних моторних олив містить наступні функціональні присадки: беззольні диспергуючі (дисперсанти), детергенти

(миючі присадки), антиокислювальні, протизносні, антикорозійні, протипінні, депресорні. Крім того, всесезонні масла майже завжди містять в'язкісні (загущуючі) присадки, в енергозберігаючих оливах зазвичай міститься антифрикційна присадка - модифікатор тертя.

Таким чином, для оцінки робочих властивостей рідких мінеральних і синтетичних олив, а також різних типів присадок, що вводяться в певній концентрації необхідно проводити трибологічні випробування олив, що дає можливість визначити робочі властивості олив при дії тисків, температур і різних агентів, наприклад фреону, при яких здійснюється робота машини або механізму.

Дослідження проводили за схемою колодка – ролик [2]. В існуючій установці проведена модернізація вузла тертя, яка представлена на рисунку 1.

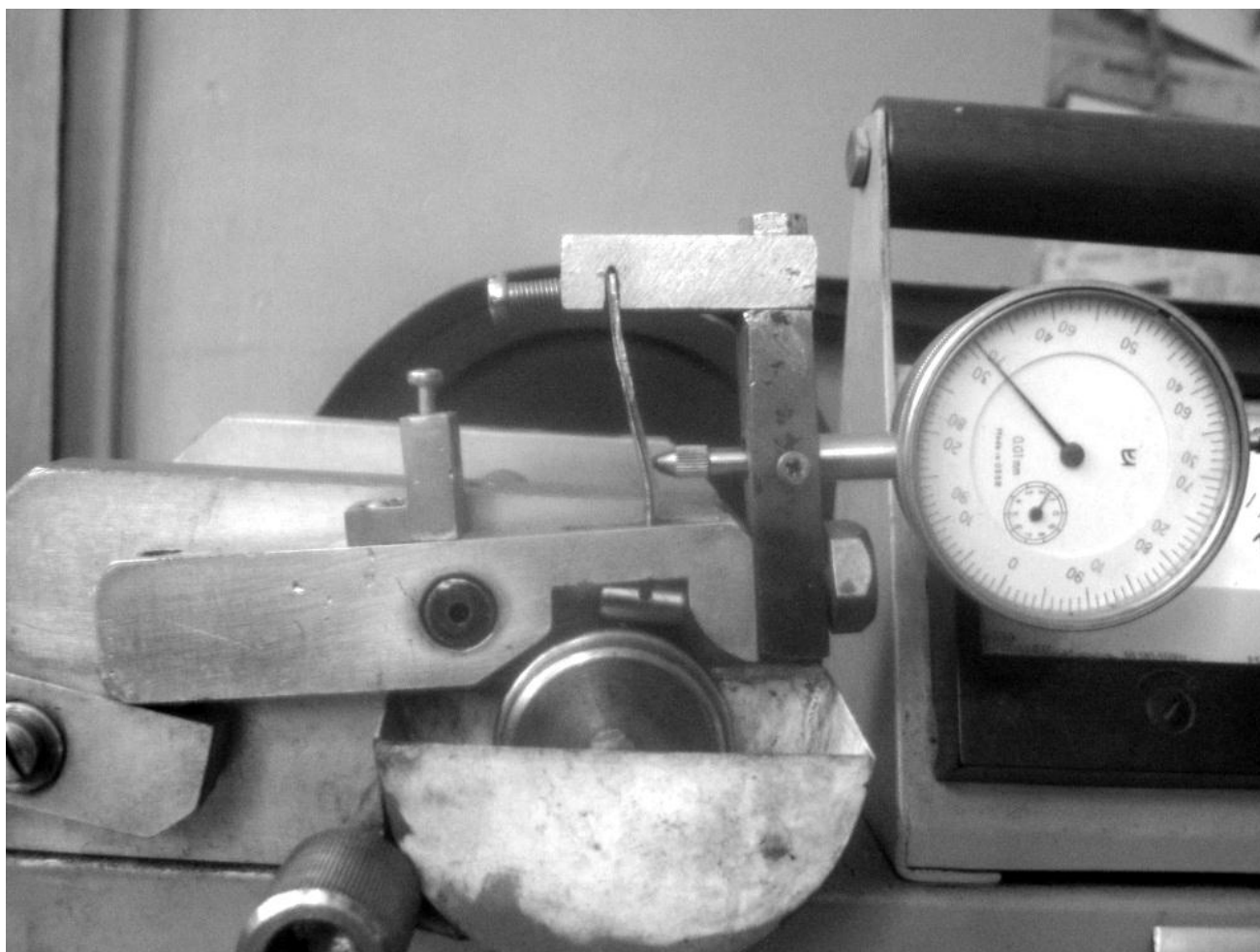


Рис. 1 - Вузол модернізації в установці

Ролик був виготовлений із сталі ШХ15 з твердістю поверхні 60-62 HRC. Випробуванням піддавалися матеріали: бронза Бр. ОЦС 5-5-5, сталь ШХ15, сірий чавун СЧ20, сталь 45 термічно оброблена, алюміній А0. Колодка - зразок квадратного перерізу навантажувався силою $P=613,5$ Н. Ролик - виготовлений із сталі ШХ15 діаметром 30мм. Відносна швидкість ковзання зразків $V= 71,25$ м/хв.

Сили тертя в зоні контакту визначалися за показами індикаторного мікрометра.

Проведено оцінку антифрикційних та реологічних властивостей олив, з різними присадками, а визначення сили тертя в зоні контакту проводилося за показниками індикаторного мікрометра.

На основі дослідних даних побудовано тарувальну криву для модернізованої установки (рис. 2.)

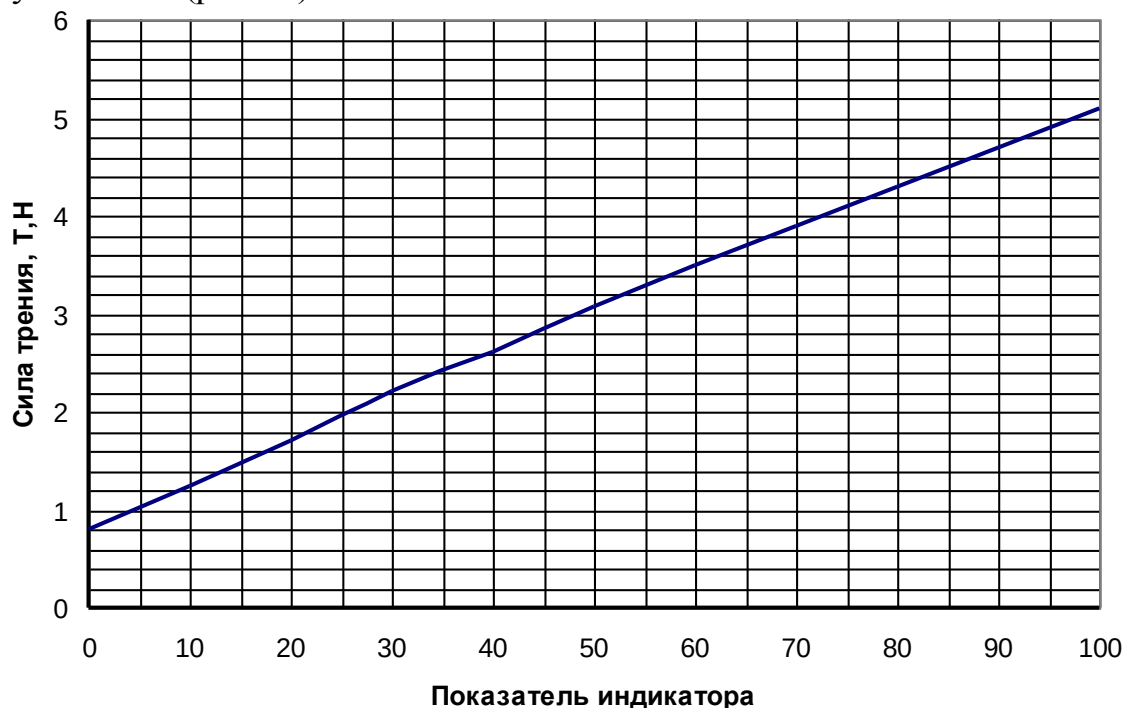
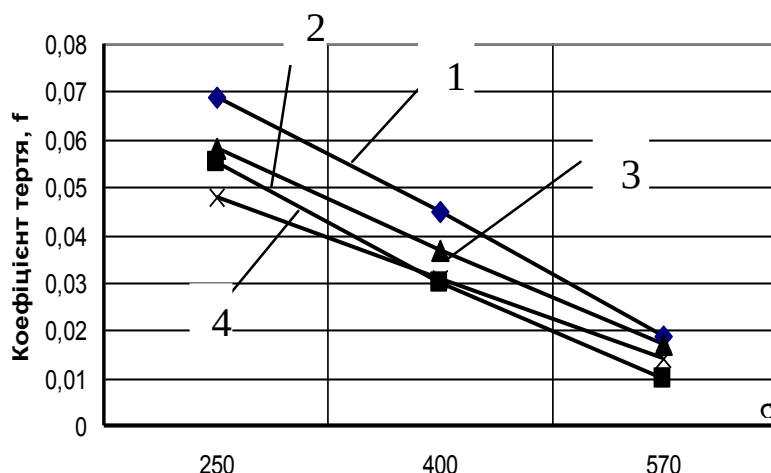


Рис.2 - Тарувальна крива сил тертя

При дослідженні антифрикційних властивостей мінеральної М-12Г₂ і напівсинтетичної оливи М-12Г₂(пс) зафіксовано зменшення початкового значення коефіцієнта тертя при збільшенні контактної напруги з 250 до 570 МПа при V до 0,48 м/с (рис. 2).

Дослідження залежності коефіцієнта тертя від контактної напруги при об'ємній температурі масел 16°C, показало зменшення коефіцієнта тертя з підвищенням навантаження для всіх досліджуваних олив і склало в середньому 3,42 рази. Найбільші значення коефіцієнта тертя f , незалежно від контактної напруги, характерні для оливи М-12Г₂, а напівсинтетична олива М-12Г₂(пс) проявляє найкращі антифрикційні властивості.

Було проведено також перевірку впливу кількості трибологічних і антифрикційних присадок SMT2514 в моторній оливі (М-12Г₂) на коефіцієнта тертя f . Перевірка проводилася на машині тертя за схемою ролик-колодка з тарованим пружним елементом, що дозволяє фіксувати сили тертя. Результати перевірки представлені на рис. 4



1 - М-12Г2 при 16°C; 2 - М-12Г2 при 70°C; 3 - І-40 при 16°C; 4 - І-40 при 70°C

Рис. 3 - Залежність коефіцієнта тертя (f) від контактної напруги ($\sigma_{\max}$).

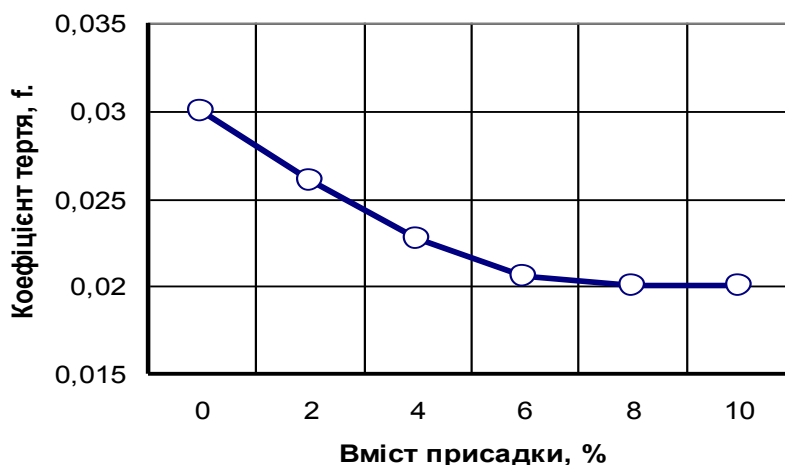


Рис. 4 - Вплив кількості присадки SMT2514 на коефіцієнти тертя моторних мастил

Таким чином, було встановлено, що максимальна кількість антифрикційної присадки повинна складати 6-8%.

Проведені дослідження дозволили встановити основні параметри, що впливають на коефіцієнт тертя. Ними є: швидкість відносного переміщення, контактної напруги в сполученні і кількість присадки [1].

Основним параметром є швидкість відносного переміщення - V (X1). Швидкість відносного переміщення знаходиться в діапазоні від 0,48 до 3,37 м/с.

Величина коефіцієнта тертя залежить також від контактної напруги - σ (X2). Контактна напруга змінюється від 250 до 570 МПа. Крім того, на величину коефіцієнта зносу впливає кількість присадки - Q (X3), яка змінюється в межах 2-10%.

Рівні варіювання параметрів: швидкості відносного переміщення, контактної напруги і кількості присадки представлені в таблиці 3.1

Таблиця 3.1 - Рівні варіювання параметрів коефіцієнтів тертя

Показник	X1	X2	X3
	Швидкість відносного переміщення, V, м/с	Контактна напруга, σ , МПа	Кількість присадки, Q, %
Нижня межа	0,48	250	2
Верхня межа	3,37	570	10
Рівень варіації	1,445	160	4

Обробка експериментальних даних проводилася за стандартною методикою на комп'ютері з використанням коефіцієнтів регресії рівнів достовірності і критеріїв Стюдента. [1]

З рівняння регресії визначили, що найбільший вплив на коефіцієнт тертя чинить швидкість відносного переміщення і контактна напруга, а найменший - кількість присадки в маслі.

Висновки. Вирішувані в роботі питання дозволяють зробити наступні висновки та дати такі рекомендації:

1. Додавання різних присадок до олив взаємопов'язано з інтенсифікацією режимів роботи двигуна внутрішнього згоряння.

2. Коефіцієнт тертя, а відповідно і зношування контактуючих пар з'єднань деталей багато в чому залежить від трибологічних властивостей олив.

3. З метою зменшення коефіцієнта тертя та зносу деталей в роботі досліджено вплив додавання присадки SMT2514 на трибологічні властивості олив.

4. Встановлено, що мінімальний знос деталей буде при додаванні 6..8% присадки.

6. Застосування присадки SMT2514 дозволить зменшити коефіцієнт тертя та збільшити ресурс вузла до 25%.

Література.

1. *Евдокимов Ю.А.* Планирование и анализ эксперимента при решении задач трения и износа / *Ю.А. Евдокимов, В.И. Колесников, А.И. Тетерин.* –М.: Наука, 1980. - 228с.

2. *Виноградов Ю.М.* Трение и знос. / *Ю.М. Виноградов* –М.: Наука, 1972. -141 с.

3. *Папок К.К.* Химотология топлив и смазочных масел /*К.К. Папок* – М.: Воениздат, 1980. 192 с.

4. *Ровинский Д.Я.* Словарь – справочник по трению , износ и смазки деталей машин / *Д.Я.Ровинский, К. Л. Шведков, В.Д. Зозуля, Э.Д. Браун.* –К: Наукова думка, 1979. -185 с.

5. *Крагельский И.В.* Трение, изнашивание и смазка. Справочник в 2 – х томах/ *И.В. Крагельский и В.В. Алисин.* –М.: Машиностроение, 1978.

УДК 631.3.002

ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ STRIP-TILL У СІВОЗМІНІ

Чорна Т.С., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Summary: *In the article the possibility of using strip-till technology in the presence of cultivated crops sector rotation and continuous crop seeding.*

Keywords: *strip-till, technology, row crops, sowing continuous culture.*

Постановка проблеми. Зараз людство переживає часи криз. Яскравими прикладами цього є стан економіки, політики та інших сфер. Не є виключенням і продовольчий сектор. Кожний з нас щоденно має обирати, що їсти. І перше питання, яке людина ставить перед собою – це безпечність та доступність продуктів харчування.

Але на всі ці моменти є можливість вплинути саме підчас виробництва продукції:

- БЕЗПЕЧНІСТЬ, в першу чергу, буде залежати від кількості та якості використаних засобів живлення та захисту;
- ДОСТУПНІСТЬ – від собівартості продукції.

Тому саме вирішенням цих питань в комплексі можливо зняти одну з проблем – значне зниження напруги у продовольчому секторі нашої країни.

Які кроки слід вжити для розв'язання цієї проблеми? По-перше, визначитись з можливим набором культур, які було б рентабельно вирощувати в кожній з природнокліматичних зон. По-друге, визначитись з технологіями їх вирощування, які дадуть можливість мати максимальну рентабельність саме в цій зоні. По-третє, будь-яка технологія не можлива без наявного комплексу машин для її реалізації.

Основні матеріали дослідження. Зараз в Україні найбільшу частку в загальній структурі посівів займають озима пшениця, кукурудза, ячмінь та соняшник [1, 2].

Для вирощування продукції рослинництва сільськогосподарські підприємства використовують переважно дві технології: інтенсивну та No-till. Використання інтенсивної технології передбачає наявність глибокого обробітку ґрунту та, як наслідок, підвищені витрати на виробництво. Використання технології No-till можливо лише за умови щільності ґрунту менше ніж 1,39 г/см³. Тому її застосовують на обмеженій площі. До того ж No-till технологія потребує значного збільшення засобів захисту через велику засміченість полів, що веде до підвищеного гербіцидного навантаження; при використанні No-till затримуються строки сівби через повільніше прогрівання ґрунту.

Сьогодні однією з перспективних технологій вирощування польових культур є технологія Strip-till. При цій технології, на відміну від інтенсивної, основний обробіток проводиться смугами, що дає можливість економії в деяких

*Матеріали міжнародної науково-практичної конференції за результатами досліджень 2014 року
Том 4. Технічні науки (ч.2)*

випадках до 50% палива, а використання смугового внесення засобів живлення – додатково до 40% знижує витрати на їх придбання.

Сьогодні на у нашій країні представлені як вітчизняні, так і іноземні комплекси машин для реалізації технології Strip-till. Розглянемо деякі з них. Так американська компанія Dawn Equipment представляє цілу низку знарядь для Strip-Till технології. Наприклад, один з варіантів знаряддя для смугового обробітку з одночасним внесенням мінеральних добрив було скомплектовано з 14 робочих секцій PLURIBUS Strip-Till (рис. 1, [3]). Він за світловий день обробляє до 100 га при робочій швидкості 15 км/год., витратах пального 5 л/га. Але його має сенс використовувати на великих площах, через велику вартість.



Рис. 1. Знаряддя компанії Dawn Equipment на базі секцій PLURIBUS Strip-Till.

Другим представником на ринку є також американська компанія Orthman.



Рис. 2. Знаряддя компанії Orthman [4].

Як бачимо, обидва знаряддя мають декілька послідовно розташованих робочих органів, кожний з яких виконує свою функцію. Обидві агрегати можливо комплектувати на будь-яку кількість рядів просапної культури. Як правило, використовують 6, 8, 12 або 16 секцій. Але обидва знаряддя потребують дообладнання в залежності від природно-кліматичних умов господарства. Тому незважаючи на всі переваги, технологія Strip-till поки не набула широкого розповсюдження.

Одним з перших питань, що задавали аграрії до сьогодні: чи є можливість вирощувати культури суцільного посіву за технологією Strip-till? Донедавна в Україні ствердної відповіді не було. Але зараз на ринок нашої держави вийшла англійська компанія «Мзурі» (Mzuri). Саме такі агрегати (рис. 3, [5]) мають змогу працювати як з просапними, так і з культурами суцільного сіву.



Рис. 3. Знаряддя компанії Mzuri: 1 – дисковий ніж; 2 – глибокорозпушувач; 3 – сошник для подвійної сівби; 4 – прикачуючий коток.

Так у деяких господарствах успішно використовуються знаряддя компанії Mzuri для вирощування озимої пшениці за технологією Strip-till (рис. 4).



Рис. 4. Посіви озимої пшениці у ПП «Хутірець» м. Христинівка, Черкаська обл.

Висновки. Аналіз даних господарств показав, що технологія Strip-till поки не набула широкого розповсюдження. Особливо незначні площі її використання на півдні України. Це пов'язано, в першу чергу, з посушливим кліматом. Через низький запас води у ґрунті використовувати стандартні існуючі машини без переобладнання малоефективно. Аналогічна ситуація і серед існуючих вітчизняних зразків. Але наявні зразки знарядь для Strip-till технології дозволяють її використання після певних доробок у будь-якому господарстві України як на просапних культурах, так і для культур суцільного висіву, наприклад, озимої пшениці.

Література.

1. Агробізнес України. Інфографічне видання. – К.: Baker Tilly, 2014. – 40 с. – Режим доступу: http://www.bakertilly.ua/page_170.htm.
2. Агробізнес України. Інфографічне видання. – К.: Baker Tilly, 2015. – 45 с. – Режим доступу: chrome-extension://oemmnndcbldboiebfnladdacbfmadadm-/http://businessviews.com.ua/ru/get_file/id/Ukrainian%20Agribusiness%202015.
3. Технология Strip-Till от компании AGROTERRA Украина и DAWN США. – Режим доступу: <https://sites.google.com/site/stripstillua/home>.
4. 10 причин переходу на технологію точного землеробства «Стріп-Тіл» – Режим доступу: <http://striptill.com.ua>.
5. Mzuri Strip Tillage – Режим доступу: <http://mzuri.eu/about-us/strip-tillage.php>.

ЗМІСТ

<i>Скляр О.Г.</i> Аналіз енергетичної ефективності метантенка.....	3
<i>Дашивець Г.І.</i> Обробка інформаційних джерел складанням визначальних таблиць.....	6
<i>Коломієць С. М.</i> Дослідження характеристик чотирибойкового кувального пристрою.....	7
<i>Болтянська Н.І., Болтянський О.В.</i> Забезпечення високоефективного функціонування технологічного процесу виробництва продукції тваринництва шляхом поліпшення рівня технічного сервісу	10
<i>Кувачов В.П.</i> Моделювання плоско-паралельного руху спеціалізованого енерготехнологічного засобу для колійної системи землеробства у поздовжньо-горизонтальній площині.....	13
<i>Паніна В.В.</i> Універсальний агрегат для фермерських господарств.....	17
<i>Ігнат'єв Є.І.</i> Визначення оптимального терміну збирання зернових.....	18
<i>Скляр Р.В.</i> Аналіз технологій підготовки залишків після анаеробного бродіння.....	21
<i>Новік О.Ю.</i> Побудова номограми для визначення режимів вібронакаткування золотників.....	24
<i>Масалабов В.М.</i> Практичні рекомендації з вибору схеми і параметрів двомашинного посівного МТА на основі напівнавісної зчіпки.....	25
<i>Шульга О.В.</i> До питання збирання сої на полях, зрошуваних дощувальними машинами «Фрегат».....	27
<i>Кістечок О.Д.</i> Передумови розроблення орного мта із фронтальним та задньонавісним плугами.....	30
<i>Рубанський В.В.</i> Дослідження показника оцінки керованості руху машинно-тракторного агрегату.....	32
<i>Bunina L.</i> Increase forged steels endurance.....	36

<i>Гуйва С.Д.</i> Система впрыска common rail для дизельных двигателей.....	39
<i>Милаева И.И.</i> Особенности оппозитного двигателя.....	40
<i>Мітков В.Б.</i> Оцінка екологічної безпеки роботи машинно-тракторного агрегату.....	41
<i>Дереза С.В.</i> Обґрунтування параметрів бункера подрібнювача-змішувача кормів з вертикальним конічним шнеком.....	44
<i>Леженкин И. А.</i> Математическая модель сепарации зерна через слой очесанного вороха.....	47
<i>Михайлов Е.В.</i> Моделирование систем послеуборочной обработки зерна.....	50
<i>Задосна Н.О.</i> Аеродинамічні властивості складових олійної сировини соняшнику.....	53
<i>Глевський О.О., Кувачов В.П.</i> Вплив факторів на процес чизелювання ґрунту.....	56
<i>Кувачов В.П., Буряк Д.В.</i> Стабілізація тягових навантажень чизельно-полицевого робочого органу для основного обробітку ґрунту в системі колійного та мостового землеробства.....	60
<i>Мітков В.Б., Калита І.П.</i> Вдосконалення способів осінньої обробки ґрунту.....	67
<i>Мітков В.Б., Мітков В.Б., Захаров К.Ю.</i> Аналіз забруднення довкілля сільськогосподарською технікою.....	73
<i>Лавренко М.А., Чорна Т.С.</i> Результати досліджень визначення тягового опору знаряддя для пошарового обробітку ґрунту.....	77
<i>Кувачов В.П., Пульянов В.П.</i> До питання вибору шин спеціалізованих ширококолієвих засобів сільськогосподарського призначення.....	83
<i>Орлов Я.Б., Ігнат'єв Є.І.</i> Методика вибору оптимальної технології для вирощування соняшнику.....	89
<i>Приходько Д.В., Мітков В.Б., Ігнат'єв Є.І.</i> Вплив трибологічних присадок в моторних оливах на знос деталей та надійність роботи двигунів внутрішнього згорання.....	95

Чорна Т.С. Обґрунтування доцільності використання технології strip-till у сівозміні.....	101
--	-----

Таврійський державний агротехнологічний університет

Проблеми та перспективи сталого розвитку АПК

Матеріали
міжнародної науково-практичної конференції

м., Мелітополь, 7-14 квітня 2015 року

Том 4
Технічні науки
(ч.2)

Відповідальний за випуск – к.е.н., доц. Прус Ю.О.

Підписано до друку 10.06.2015 р. друк Rizo. Друкарня ТДАТУ.
600x84/16. Папір офсетний. Тираж 50 прим.

Видавництво ТОВ "НВК"ІНТЕР-М"

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи 33 №26, від. 23.06.2008р.
69014, м. Запоріжжя, вул.Карпенко-Карого, 5-А/28
тел. 061-213-20-72. www.inter-m.com.ua