

ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОРНОГО АГРЕГАТУ МОДЕЛЮВАННЯМ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Блезнюк О.В., к.т.н., Мар'єнко Н.С., магістр

*(Харківський національний технічний університет сільського господарства
ім. П.Василенка, Україна)*

Розглянуто напрямки визначення ефективності процесу оранки з обґрунтуванням лемішно-відвальної поверхні корпусу плуга у системі Solid Works для заданих експлуатаційних показників.

Постановка проблеми. Основним засобом виробництва в сільському господарстві є ґрунт. З метою створення сприятливих умов для зростання і розвитку культурних рослин проводиться її механічна обробка: оранка, лушення, фрезерування, культивація, боронування, прикочування. Якість обробки ґрунту, енергетичні витрати і загальні витрати на обробіток значною мірою визначаються конструктивними параметрами і станом робочих органів. На вдосконалення робочих органів особливу увагу звертав ще В.П. Горячкін [1]. Він писав: «Теорія знаряддя повинна відповідати на два питання: 1) яку форму повинні мати робочі частини знаряддя для найбільш досконалої за якістю роботи; 2) які повинні бути розміри і розташування всіх складових частин знаряддя для найбільш зручного управління ним при можливо малій витраті зусилля».

За останні роки з'явилися нові технології зберігаючого землеробства, в основі яких лежить відмова від застосування плуга, але відвальна оранка очевидно ще довго збережеться, оскільки забезпечити вимоги захисту навколишнього середовища в умовах боротьби з бур'янами і шкідниками рослин без застосування хімічних засобів захисту рослин неможливо.

Для основної обробки ґрунту – оранки використовуються робочі органи, конструктивні параметри яких були розроблені в 40...50 роках. І якщо в 60-х роках минулого століття швидкості оранки складали в межах 1,4 м/с, сьогодні вони складають 2...2,8 м/с. Враховуючи, що значно зросла вага збиральних машин, підвищилась ущільненість ґрунтів, навантаження на робочі органи орних агрегатів зросли приблизно в 4 рази, хоча самі робочі органи конструктивно не змінилися.

Ринок сільськогосподарської техніки в нашій країні, особливо ґрунтообробних знарядь, значно розширився за рахунок пропозицій закордонних фірм. Широке розповсюдження в Україні, зокрема, отримали плуги таких відомих фірм, як «Lemken» (Німеччина), «Kverneland» (Норвегія), «Vogel-Noot» (Австрія), і ін. Закордонні фірми пропонують широку номенклатуру плужних корпусів, які відрізняються шириною захвату, формою і типом лемішно-відвальної поверхні, що дозволяє споживачеві підібрати

найбільш відповідний з них для своїх ґрунтових умов.

Як показують розрахунки, не дивлячись на цілий ряд переваг, якими володіють плуги закордонних фірм, вартість самих плугів, а також змінюваних деталей робочих органів, питомі витрати на проведення оранки закордонними плугами перевищують витрати на оранку вітчизняними плугами не менш ніж в 2...3 рази [2]. Порівняльні випробування вітчизняних плугів свідчать, що за основними агротехнічними показниками – кришення ґрунту, заділ рослинних залишків, стійкістю ходу за глибиною обробітку і ширині захвату вони не поступаються закордонним.

Одним з напрямів підвищення ефективності відвальної оранки вітчизняними плугами може бути вдосконалення конструктивних параметрів з метою підвищення їх працездатності і довговічності при одночасному зниженні питомих витрат на обробіток ґрунту [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомо, що продуктивність орних агрегатів в рівній мірі залежить від ширини захвату і швидкості руху. Протягом декількох десятиліть зростання продуктивності орних агрегатів здійснювалося шляхом збільшення ширини їх захвату за рахунок збільшення кількості корпусів плуга. Даний напрямок дозволяв використовувати робочі органи традиційної форми без істотної їх зміни.

Проте, підвищення ширини захвату плуга шляхом збільшення числа корпусів має свої межі, після яких подальше зростання розмірів орного агрегату стає недоцільним із-за різкого збільшення габаритів і металоємності конструкції, зниження експлуатаційних якостей, ускладнення управління, обслуговування.

Із збільшенням швидкості оранки плугами, розрахованими для низьких швидкостей роботи, погіршуються агротехнічні показники і підвищується тяговий опір [4].

Встановлено, що збільшення швидкості руху плуга, обладнаного не швидкісними корпусами, що мають культурні відвали з кутами установки лемеша до дна і стінки борозни $\gamma_0 = 30^\circ$ $\gamma = 42^\circ$ і вильотом направляючої кривої $L = 170$ мм, з 1,1 до 2,2 м/с призводить до зростання питомого опору на 10...12% при помітному погіршенні агротехнічних показників роботи після 1,7 м/с [5].

При збільшенні швидкості орного агрегату з 1,7 до 3 м/с повнота заділки рослинних залишків цими корпусами погіршується, посилюється розпилювання ґрунту, росте число частинок ґрунту розміром менше 1 мм, збільшується дальність відкидання пласта, що у свою чергу, приводить до зайвих енерговитрат.

У зв'язку з цим подальші роботи з підвищення швидкості оранки були направлені на створення корпусів, що володіють такими параметрами, при яких енерговитрати були б відносно нижче, ніж у серійних, а агротехнічні показники були б прийнятними.

Постановка завдання. Методи відвальної оранки безперервно удосконалюються (гладка, дрібна, з ґрунтозаглибленням), незмінним залишається тільки принцип роботи корпусу плуга – відвал і оборот пласта у відкриті сусідню борозну. З агрономічної точки зору переміщення верхнього родючішого, але безструктурного шару на місце нижнього створює сприятливі умови для зростання і розвитку сільськогосподарських рослин.

В той же час відвально-лемішні плуги не позбавлені ряду серйозних технологічних і конструктивних недоліків: висока енергоємність – до 50...80 кВт/м і низька продуктивність, ущільнене дно борозни, недостатнє кришення ґрунту, незадовільно вирівняна поверхня ріллі. Із-за кутового розташування корпусів плуги мають великі габарити і підвищену металоємність – до 1500кг/м.

Вдосконалення сучасних відвально-лемішних плугів значною мірою направлене на усунення перерахованих вище недоліків.

Результати досліджень. Розробка технологічної блок-схеми моделі функціонування сільськогосподарської машини дозволить встановити оптимальні експлуатаційні параметри відвально-лемішних плугів.

Функціонування сільськогосподарської машини (технологічного процесу, системи управління) незалежно від її призначення і фізичної природи доцільно розглядати в термінах «вхід» – «вихід» (рис.1). В цьому випадку аналіз, синтез і оптимізація параметрів машини або її технологічного процесу здійснюються на основі зв'язків між вхідними і вихідними змінними. Вхідними змінними є зовнішні обурення, умови функціонування, і управляючі дії з боку водія або пристроїв. Вихідними змінними будуть параметри, які визначають агротехнічні, енергетичні, техніко-економічні і інші показники роботи орного агрегату. Такий підхід до побудови моделі функціонування орного агрегату визначає його уявлення у вигляді системи, що здійснює перетворення вхідних змінних у вихідні.

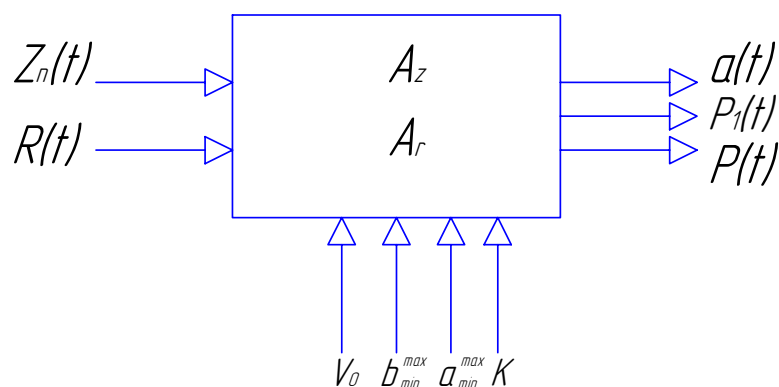


Рис. 1. Функціональна схема технологічного процесу оранки: $Z_n(t)$ – нерівності поверхні поля; $R(t)$ – опір ґрунту; $a(t)$ – глибина оранки; $P(t)$ – тяговий опір; V_0 – швидкість руху агрегату; b_{\min}^{\max} – настройка глибини ходу робочих органів; a_{\min}^{\max} – зміна ширини захвату; $P_1(t)$ – продуктивність; k – умови обороту пласта

Зміна параметрів технологічного процесу оранки дозволяє обґрунтувати конструктивні параметри поверхні корпусу плугу для заданих умов експлуатації орних агрегатів.

Робочі поверхні корпусів тракторних плугів загального призначення поділяються на культурні, напівгвинтові і гвинтові.

Культурні корпуси з циліндроїдальною робочою поверхнею добре кришать пласт і у поєднанні з передплужником забезпечують достатній оборот пласта і заділ рослинних залишків.

Напівгвинтові корпуси з циліндроїдальною робочою поверхнею і гвинтові, такі, що мають робочу поверхню гелікоїда добре обертають пласт на задернілих ґрунтах, але недостатньо кришать його. Вказані типи плугових корпусів задовільно працюють на швидкостях 1,1...1,5 м/сек.

Для подальшого розвитку сільськогосподарського виробництва є перехід сільськогосподарських машин і тракторів на роботу з підвищеними швидкостями. Це дозволить на 30...40%, підвищити продуктивність і понизити металоємність плугів. При оранці на швидкостях 1,8...2 м/сек можна працювати з сучасними культурними корпусами, причому якість оранки підвищується. Для оранки на швидкостях більше 2 м/сек необхідно мати культурні корпуси з робочою поверхнею, поставленою пологіше до дна і стінки борозни, і з великим вильотом направляючої параболі.

Якщо робочі поверхні культурних швидкісних відвалів є горизонтальний циліндроїд із зміною утворюючих кутів за рівнянням $y = \frac{6,2x^2}{x^2 + 100}$ то кути γ лемеша і відвала повинні мати найменше значення, а виліт L направляючої робочої поверхні – найбільше значення (рис. 2).

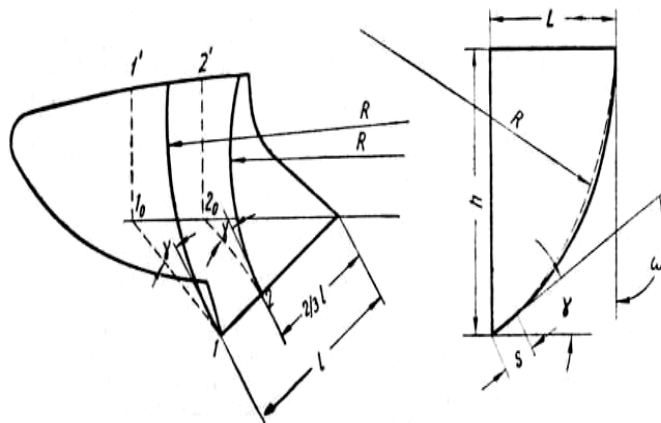


Рис. 2. Положення напрямних параболі та її параметри

Найбільш раціональним для швидкостей від 1,7 до 2,5 м/с є кут $\gamma_0 = 35^\circ$ при $\gamma_{\max} - \gamma_0 = 5..7^\circ$ і $\gamma_0 - \gamma_{\min} = 2^\circ$. Кут $\gamma_0 > 35^\circ$ викликає зайві зрушення пласта убік. Пологі відвали з кутом $\gamma_0 < 30^\circ$ недостатньо міцні. Виліт L направляючої робочої поверхні швидкісного корпусу для плавного переміщення пласта по грудях відвала рекомендується збільшити на 10...20 мм. Відповідно із збільшенням вильоту L кут γ лемеша з дном борозни необхідно

приймати в межах $25^\circ > \gamma > 15^\circ$ і збільшити довжину прямолінійної ділянки направляючої параболи до $S > 60$ мм.

Перспективним напрямом розвитку сучасної ґрунтообробної техніка є використання модифікованої методики побудови лемішно-відвальної поверхні, що враховує взаємозв'язок геометрії відвальних робочих поверхонь, з енергетичними і якісними показниками роботи, яка базується на використанні комп'ютерної програм Solid Works [6].

Розрахунок полів напружень на поверхні лемішно-відвальної поверхні корпусу плуга в процесі взаємодії з ґрунтом виконується методом кінцевих елементів на ЕОМ. Аналіз та розрахунок поля напружень і деформацій на робочих поверхнях виконується за допомогою пакету Cosmos Works інтегрованого в САД систему Solid Works.

На першому етапі будується модель корпусу плуга в САД системі Solid Works з розрахунком геометричних параметрів. Після цього для проведення аналізу побудованої моделі необхідно активізувати модуль Cosmos Works (Manager). За допомогою панелі інструментів вибрати вікно Study, в якому задати тип аналізу Static Type та тип кінцевих елементів Mesh Type.

В менеджері Cosmos Works задати параметри поверхні (пункт меню Apply/Edit Material). Після цього в менеджері Cosmos Works вводяться граничні умови – Restraints. У вікні Restraints вибрати грані переміщення, які в умовах задачі необхідно обмежити у визначених напрямках.

На досліджуваних поверхнях розподілити навантаження, аналогічно тим, що спостерігаються в експлуатаційних умовах, за допомогою панелі Pressure відповідними опціями.

Після аналізу методом кінцевих елементів будують сітку за допомогою пункту меню Mesh, в якому задають необхідні параметри та визначити розміри кінцевих елементів.

Далі із контекстного меню, що відповідає піктограмі Static Analysis – Pressure, запустити процедуру розрахунку командою Run. При цьому в менеджері з'являються папки Stress (Напруження), Displacement (Переміщення), Strain (Деформація), Deformation (Деформований вигляд). Desing Check (Перевірка міцності), в яких подано результати розрахунків відповідних величин та їх наочне представлення.

У навантажений поверхні виділяються характерні області з різною величиною напруження. Про це свідчить колір областей. Величину напружень можна визначити за шкалою розподілу кольорів.

Отриману інформацію про напружений стан поверхні можна подати у вигляді сукупності ліній, точок, де величини напружень однакові, а також можна побудувати розподіл напружень вздовж осей координат.

Висновок. Виявлення розподілу напружень на поверхні лемішно-відвальної поверхні дозволяє корегувати геометричні параметри корпусу плуга, що дозволить вплинути на технологічний процес оранки та встановити оптимальні експлуатаційні параметри орних агрегатів.

Список літератури

1. Горячкин В.П. Теория конструкция и производство сельскохозяйственных машин. Под ред. В.П. Горячкина. – М.: Сельхозгиз, 1938. – Том 4. – 576 с.
2. Бернштейн Д.Б. Лемеха плугов. Анализ конструкций, условий изнашивания и применения материалов / Бернштейн Д.Б., Лискин И.В. // Сельскохозяйственные машины и орудия. – М., 1992. – Серия 2. – Вып.3. – С. 35 – 41.
3. Козаченко О.В. Проблеми ресурсозбереження сільськогосподарських агрегатів. – Х.: Торнадо, 2008. – 272 с.
4. Вилде А.А. Влияние конструктивных параметров лемешноотвальной поверхности корпуса плуга на их тяговое сопротивление. Механизация и электрификация сельского хозяйства. – Рига: Авотос, 1983. – Вып. 8. – С. 203–231.
5. Никифоров П.Е. Исследование работы тракторных плугов на повышенных скоростях. Вестник сельскохозяйственной науки. – М., 1959. – № 47. – С. 102 – 109.
6. Алямовский А.А. Solid Works / Cosmos Works. Инженерный анализ методом конечных элементов. – М.: ДМК Пресс, 2004. – 432 с.

Аннотация

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАХОТНОГО АГРЕГАТА МОДЕЛИРОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Блезнюк О.В., Марьенко Н.С.

Рассмотрены направления определения эффективности процесса пахоты с обоснованием лемешно-отвальной поверхности корпуса плуга в системе Solid Works для заданных эксплуатационных показателей.

Abstract

DETERMINATION OF EFFICIENCY OF ARABLE AGGREGATE BY THE DESIGN OF TECHNOLOGICAL PROCESS

O. Bleznyuk, N. Mar'enko

Directions of determination efficiency of process of ploughing are considered with the ground of ploughshare-dump surface of corps of plough in the system of Solid Works for the set operating indexes.