

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕКСПЛУАТАЦІЇ КУЛЬТИВАТОРНОГО АГРЕГАТУ З УДОСКОНАЛЕНИМИ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ

Козаченко О.В., д.т.н., Шкрегаль О.М., к.т.н., Сівірін О.М.

*(Харківський національний технічний університет
сільського господарства імені Петра Василенка, Україна)*

Наведено результати виробничих випробувань культиваторного агрегату з удосконаленими лапами, що мають криволінійну форму леза та визначено техніко-економічні показники ефективності його використання.

Постановка проблеми. В комплексі механізованих робіт виробництва сільськогосподарських культур значне місце займає культивація, основним завданням якої при суцільному обробітку є рихлення верхнього шару ґрунту та знищення рослин бур'янів. Одним з перспективних напрямків поліпшення якості обробітку ґрунту та зменшення енергоємності є впровадження робочих органів культиваторів з криволінійною формою леза [1].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Аналіз літературних джерел [1-7] вказує на те, що підвищення якості функціонування стрілчастих лап культиваторів можливо за рахунок виконання леза криволінійним, коли кут розхилу по довжині леза лапи є змінним. Так в [6] встановлено, що робочі органи з криволінійною формою леза за агротехнічними показниками перевищують серійні лапи. При цьому, серійні і експериментальні культиваторні лапи встановлювали на один культиватор і польові дослідження були проведені на обмеженій за площею дослідній ділянці. В [7] визначено, що експериментальні робочі органи мають менший тяговий опір приблизно в 1,3 рази у порівнянні із серійним.

Невирішена частина проблеми. Для визначення ефективності експлуатації нових культиваторних лап [8] є доцільним дослідження модернізованого культиваторного агрегату в реальних виробничих умовах та визначення техніко-економічних показників його функціонування. При цьому залишаються актуальними питання визначення якості рихлення ґрунту при виконанні технологічного процесу у відповідності до агровиног, стійкості ходу робочих органів по глибині обробітку, підрізання рослин бур'янів різного ботанічного складу та можливість самоочищатися.

Мета досліджень – визначення ефективності культиваторного агрегату, який обладнаний розробленими лапами з криволінійною формою леза в виробничих умовах.

Результати досліджень. Польові випробування проводили з метою визначення ефективності використання культиваторних лап з криволінійним профілем леза [8, 9], шляхом порівняння роботи експериментальних та серійних культиваторних лап при встановленні їх на культиваторі КПС-4.

Виробнича апробація удосконаленого культиватора КПС-4 при поверхневому обробітку ґрунту була проведена у Вовчанській державній сортодослідній станції Вовчанського району Харківської області.

Агротехнічну та енергетичну оцінку роботи експериментальних робочих органів проводили згідно розробленої програми та методик лабораторно-польових випробувань. Обробка результатів дослідів здійснювалась методами математичної статистики з метою визначення середнього, середнього квадратичного відхилення σ та коефіцієнтів варіації v .

При дослідженнях визначали ступінь підрізання рослин бур'янів, структурно-агрегатний склад ґрунту після обробітку серійним та експериментальним культиваторним агрегатом, нерівномірність ходу по глибині, гребнистість, забивання лап ґрунтом та рослинами бур'янів, тяговий опір. Досліджувані культиваторні лапи встановлювалися на культиватор КПС-4 який агрегувався з трактором МТЗ-82.

Першим етапом при визначенні якісних агротехнічних показників було порівняння результатів ступеню підрізання рослин бур'янів експериментальним та базовим культиваторним агрегатом при різних швидкостях руху. Важливою характеристикою при цьому було визначення типу забур'яненості поля – співвідношення бур'янів різних біологічних груп. Так було встановлено, що на дослідному полі тип забур'яненості змішаний, що позитивно вплинуло при визначенні якості підрізання рослин бур'янів досліджуваними культиваторними лапами, внаслідок того, що рослини бур'янів мають різноманітну морфологічну структуру.

Результати досліджень по знищенню бур'янів при дослідженні стандартних та розроблених експериментальних культиваторних лап при різних швидкостях обробітку ґрунту представлено в табл. 1

Таблиця 1 – Якісні показники роботи культиваторного агрегату

| № п/п | Культиватор | Швидкість руху, м/с | Підрізаних бур'янів | | | | Вирваних бур'янів, % | Непідрізаних бур'янів, % |
|-------|-------------------|---------------------|---------------------|--------------|---------|--------------|----------------------|--------------------------|
| | | | \bar{W} , % | σ , % | v , % | Δ , % | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | Базовий | 0,56 | 92,66 | 6,27 | 6,77 | 3,91 | 8,74 | 3,24 |
| | | 1,39 | 94,32 | 2,93 | 3,11 | 1,79 | 3,10 | 1,02 |
| | | 1,94 | 95,68 | 3,38 | 3,52 | 2,04 | 3,34 | 0,54 |
| | | 2,22 | 95,9 | 2,84 | 2,96 | 1,71 | 3,92 | 0,18 |
| 2 | Експериментальний | 0,56 | 94,86 | 2,63 | 2,77 | 1,60 | 4,35 | 1,38 |
| | | 1,39 | 96,85 | 1,69 | 1,75 | 1,01 | 2,66 | - |
| | | 1,94 | 98,49 | 1,39 | 1,41 | 0,82 | 1,42 | - |
| | | 2,22 | 98,8 | 2,23 | 2,26 | 1,30 | 1,2 | - |

Одержані результати вказують на те, що експериментальний культиватор забезпечує більше знищення рослин бур'янів у порівнянні з серійним в діапазоні швидкостей руху культиваторного агрегату від 0,56 до 2,22 м/с, середнє квадратичне відхилення яких становить 4,01 та 1,9 %, відповідно, для серійних та експериментальних культиваторних лап.

Залежність ступеня підрізання бур'янів досліджуваними культиваторними лапами від швидкості руху представлена на рис. 1.

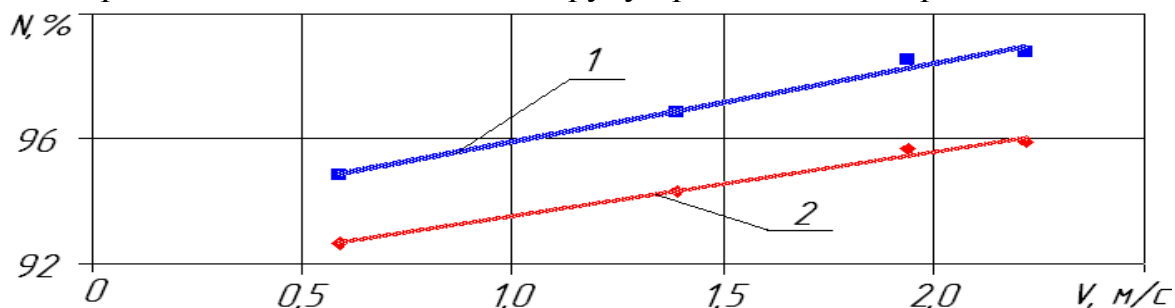


Рис. 1. Залежності ступеня підрізання бур'янів від швидкості руху: 1 – експериментальний культиваторний агрегат з криволінійними лапами; 2 – серійний культиватор

Величина достовірності апроксимації R^2 для наведених залежностей склала 0,92 ... 0,93.

Таким чином, отримані результати досліджень (рис. 1) за показником ступеня підрізання рослин бур'янів різного ботанічного складу показала перевагу розроблених культиваторних лап. При цьому, ефективність роботи експериментальних робочих органів у порівнянні із серійними лапами спостерігається на усьому інтервалі досліджуваних робочих швидкостей культиватора.

Якість функціонування робочих органів культиваторів та енергоємність процесу суттєво залежить від стійкості ходу відносно встановленої глибини обробітку ґрунту.

Стійкість ходу робочих органів культиватора характеризували по середньому квадратичному відхиленню глибини σ від середнього значення та коефіцієнту варіації ν . Для стандартної лапи середнє квадратичне відхилення склало $\sigma_c = 0,861$ см, а для експериментальної – $\sigma_E = 0,570$ см, що менше на 34 %. При цьому коефіцієнт варіації склав відповідно 10,2 та 6,9 %.

Результати визначення стійкості ходу робочих органів культиватора представлені в таблиці 2.

Таблиця 2. Показники стійкості робочих органів по глибині

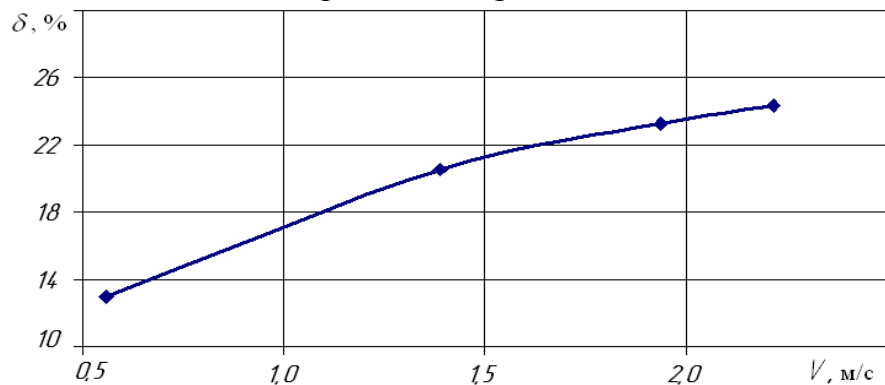
| Тип робочого органу | $h_{роб}$, см | \bar{h}_{650} , см | | | \bar{h} , см | D , см | σ , см | ν , % | Δ , % |
|---------------------|----------------|----------------------|------|------|----------------|----------|---------------|-----------|--------------|
| | | 1 | 2 | 3 | | | | | |
| Серійний | 8,0 | 9,26 | 8,67 | 7,5 | 8,48 | 0,7419 | 0,861 | 10,2 | 5,86 |
| Експериментальний | 8,0 | 8,69 | 7,77 | 8,23 | 8,23 | 0,3245 | 0,570 | 6,9 | 3,99 |

Одержані результати вказують на те, що рівномірність руху по глибині експериментальних культиваторних лап краща у порівнянні з серійними робочими органами в середньому в 1,51 раза, що можна пояснити головним чином завдяки запропонованій геометричній формі леза лапи.

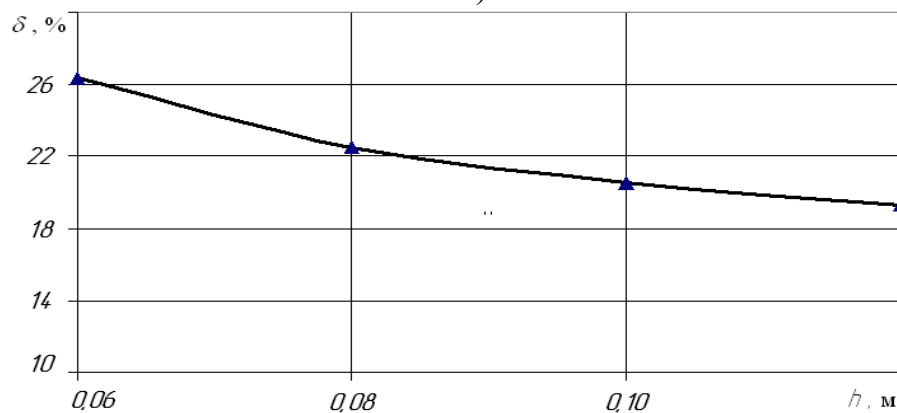
Залипання культиваторних лап ґрунтом визначали ваговим методом згідно розробленої програми випробувань. За результатами дослідження процесу залипання лап встановили, що середнє значення \bar{q} налиплого ґрунту на стандартну лапу склало 55 г, а експериментальну – 47,4 г, що на 7,6 г менше. При цьому середнє квадратичне відхилення σ маси налиплого ґрунту склало, відповідно 14,1 та 8,8 г.

Аналіз отриманих результатів за середнім квадратичним відхиленням σ показав, що розроблена експериментальна лапа з криволінійною формою леза в порівнянні з серійною лапою має в 1,6 раза менше залипання ґрунтом, що підтверджує її ефективність.

За результатами дослідження енергоємності процесу культивації за показником δ , що визначає відносну зміну тягового опору експериментальних та серійних робочих органів залежно від режимів роботи культиватора, (рис. 2) встановлено, що експериментальні лапи в порівнянні з серійними є найбільш ефективними при швидкості обробітку $V=2,22$ м/с та глибині обробітку ґрунту $h=0,06$ м. Це обумовлює виконання технологічного процесу культивації з мінімальними витратами енергії.



а)



б)

Рис. 2 Відносна зміна тягового опору експериментальних та серійних робочих органів залежно від режимів роботи при: а) – $h = 0,09$ м; б) – $V = 2,11$ м/с

При цьому питома витрата пального складає для базового варіанту $g=5,41$ кг/га, а для експериментального – $g=4,34$ кг/га, що менше на 1,07 кг/га.

Розрахунок економічної ефективності культиватора КПС-4 оснащених експериментальними робочими органами виконано з використанням відомих методик, а особливо згідно ДСТУ 4397:2005 «Методи економічного оцінювання техніки на етапі випробування» [10].

Основними вихідними даними для розрахунку економічної ефективності прийнято такі показники: марка трактора та с.г. машини, балансова їх ціна, робоча швидкість, ширина захвату, тривалість зміни, коефіцієнт використання експлуатаційного часу, зональне річне завантаження, кількість обслуговуючого персоналу, тарифна ставка тракториста, ціна 1 кг палива, питома витрата палива.

Результати розрахунків економічної ефективності культиваторних агрегатів представлені в таблиці 3.

Таблиця 3. Результати розрахунків економічної ефективності культиваторних агрегатів

| № п/п | Показник | Позначення | Одиниці вимірювання | Варіант | |
|-------|--|-------------|---------------------|---------|-------------------|
| | | | | базовий | експериментальний |
| 1 | Теоретична продуктивність | W_T | га/год | 3,68 | 4,36 |
| 2 | Експлуатаційна продуктивність | $W_{екс}$ | га/год | 2,76 | 3,27 |
| 3 | Річний обсяг наробітку | B_p | га | 634,8 | 752,1 |
| 4 | Затрати праці | $Z_{п}$ | люд-год/га | 0,36 | 0,31 |
| 5 | Річна економія затрат праці | $Z_{пр}$ | люд-год | - | 37,61 |
| 6 | Ступінь зміни затрат праці | $C_{Z_{п}}$ | % | - | 13,8 |
| 7 | Затрати на оплату праці | Z | грн/га | 7,08 | 6,09 |
| 8 | Затрати на паливо-мастильні матеріали | G | грн/га | 37,91 | 31,31 |
| 9 | Ступінь зміни затрат на паливо-мастильні матеріали | C_G | % | - | 17,41 |
| 10 | Затрати на капітальне, поточне ремонтування та технічне обслуговування | P | грн/га | 4,24 | 3,67 |
| 11 | Затрати на амортизацію | A | грн/га | 5,08 | 4,41 |
| 12 | Прямі експлуатаційні витрати | I | грн/га | 54,31 | 45,48 |
| 13 | Ступінь зміни прямих експлуатаційних витрат | C_I | % | - | 16,26 |
| 14 | Питомі інвестиційні вкладення | K | грн/га | 28,24 | 24,49 |
| 15 | Сукупні витрати | Π | грн/га | 59,96 | 50,39 |
| 16 | Економія сукупних витрат | E_{Π} | грн/га | - | 9,57 |
| 17 | Річний економічний ефект | E_p | грн | - | 7197,6 |

Аналізуючи результати розрахунків економічної ефективності культиваторних агрегатів видно, що застосування стрілчастих лап з криволінійним профілем леза на культиваторі КПС-4 при поверхневому обробітку ґрунту дозволяє зменшити затрати праці на 14 %, а витрати на паливо-мастильні матеріали майже на 17,5 % у порівнянні з використанням серійних стрілчастих лап з прямолінійною формою леза. Річний економічний ефект при цьому складає 7197,6 грн.

Висновки: Виробнича апробація стрілчастих культиваторних лап з криволінійною формою леза показала їх технологічну ефективність, яка полягає в зменшенні забивання лап ґрунтом та рослинними залишками в 1,6 раза, кращої стійкості ходу по глибині в 1,51 раза, покращенні якості кришіння ґрунту та підрізання рослин бур'янів різного ботанічного складу. При цьому продуктивність культиваторного агрегату, який укомплектований експериментальними стрілчастими лапами у порівнянні з серійним культиваторним агрегатом, який укомплектований серійними лапами, збільшилась на 15,6 %.

2. Застосування стрілчастих лап з криволінійним профілем леза на культиваторі КПС-4 при поверхневому обробітку ґрунту дозволяє зменшити затрати праці на 14 %, а витрати паливно-мастильних матеріалів майже на 17,5 % в порівнянні з серійними стрілчастими лапами з прямолінійною формою леза. Річний економічний ефект від використання удосконаленого культиватора складає 7197,6 грн.

Список літератури

1. Шкрегаль О.М. Напрямки підвищення ефективності культиваторів / О.М. Шкрегаль // Проблеми технічної експлуатації машин. Системотехніка і технології лісового комплексу: Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. – Харків : ХНТУСГ. – 2010. – Вип. 94. – С. 289 – 293.

2. Козаченко О.В. Теоретические исследования энергоёмкости культиваторных лап / О.В. Козаченко, О.М. Шкрегаль // Экология и сельскохозяйственная техника: Вестник СЗНИИМЭСХ. – Санкт-Петербург : СЗНИИМЭСХ, 2009. – С.211–217.

3. Шкрегаль О.М. Удосконалений робочий орган культиватора / О.М. Шкрегаль, М.Л. Ситніков // Системотехніка і технології лісового комплексу. Транспортні технології: Вісник ХНТУСГ. – Харків : ХНТУСГ. – 2011. – Вип. 111. – С. 81-86.

4. Гаврильченко О.С. Обґрунтування параметрів та розробка конструкції культиваторних лап з криволінійним лезом: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.05.11 / Гаврильченко Олександр Степанович. – Глеваха, 2005. – 20 с.

5. Шкрегаль О.М. Пошук напрямків зниження тягового опору культиваторів / О.М. Шкрегаль // Технічний сервіс в АПК, техніка та технології у сільськогосподарському машинобудуванні: Вісник Харківського національного

технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. – Харків : ХНТУСГ, 2009. – Вип. 77. – С. 348–351.

6. Козаченко О.В. Виробничі випробування культиваторних лап удосконаленої конструкції / О.В. Козаченко, О.М. Шкрегаль, О.В. Блезнюк // Сучасні проблеми землеробської механіки: Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – Дніпропетровськ : ДДАУ, 2009. – №2. – С. 178–281.

7. Шкрегаль О.М. Результати лабораторних досліджень культиваторних лап з різною формою леза / О.М. Шкрегаль // Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. – Харків : ХНТУСГ, 2008. – Вип. 75, Т. 2. – С. 101–105.

8. Пат. 39713 Україна, МПК А01В 35/00. Робочий орган культиватора / Козаченко О.В., Шкрегаль О.М., Блезнюк О.В.; заявник та власник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – № u200811612; заявл. 29.09.08; опубл. 10.03.09, Бюл. № 5.

9. Пат. 59159 Україна, МПК А01В 35/00. Робочий орган культиватора / Козаченко О.В., Шкрегаль О.М., Блезнюк О.В., Плехотько А.В., Ситніков М.Л.; заявник та власник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – № u200811612; заявл. 16.09.10; опубл. 10.05.11, Бюл. № 9.

10. Методи економічного оцінювання техніки на етапі випробування: ДСТУ 4397:2005. – [Чинний від 2005-04-28]. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 12 с. – (Національний стандарт України).

Аннотация

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ КУЛЬТИВАТОРНОГО АГРЕГАТА С УСОВЕРШЕНСТВОВАНЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ

Козаченко А.В., Шкрегаль А.Н., Сивирин О.Н.

Приведены результаты производственных испытаний культиваторного агрегата с усовершенствованными лапами, имеющие криволинейную форму лезвия и определены технико-экономические показатели эффективности его использования.

Abstract

THE EFFICIENCY OF THE OPERATION OF CULTIVATOR UNIT WITH IMPROVED WORKING BODIES

A. Kozachenko, A. Shkregal, O. Sivirin

The results of production tests Cultivator unit with improved legs with a curved blade shape and defined the technical and economic indices of the effectiveness of its use.