

ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВИПРОБУВАННЯ КУЛЬТИВАТОРНОГО АГРЕГАТУ З УДОСКОНАЛЕНИМИ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ

О. В. Козаченко, д.т.н., професор,

О. М. Шкрегаль, к.т.н., доцент,

О. М. Сівірін

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

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

Ключові слова: *культиваторна лапа, криволінійна форма леза, тяговий опір, стійкість ходу, підрізання бур'янів, економічна ефективність.*

Постановка проблеми у загальному вигляді. В комплексі механізованих робіт виробництва сільськогосподарських культур значне місце займає культивация, 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 і 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 агрономічного, стійкості ходу робочих органів по глибині обробітку, підрізання рослин бур'янів різного ботанічного складу та можливість самоочищатися.

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

Виклад основного матеріалу досліджень. Польові випробування проводили з метою визначення ефективності використання культиватор-

них 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 δ та коефіцієнтів варіації v .

При дослідженні 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 %, відпові-

дно, для серійних та експериментальних культиваторних лап.

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

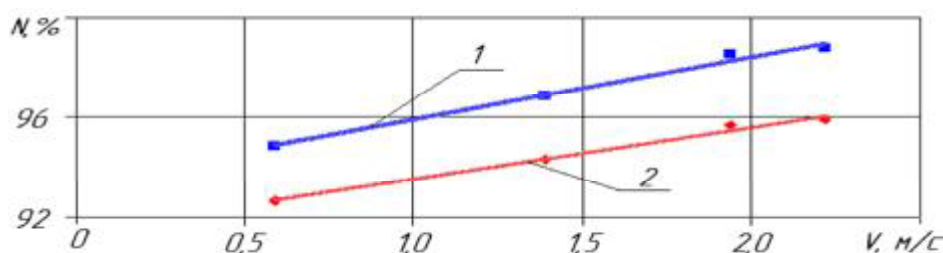


Рис. 1. Залежності ступеня підрізання бур'янів від швидкості руху:

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 S від середнього значення та коефіцієнту варіації n . Для стандартної лапи середнє квадратичне відхилення склало $s_c = 0,861$ см, а для експериментальної – $s_E = 0,570$ 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	S , см	n , %	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 δ маси налиплого ґрунту склало, відповідно 14,1 та 8,8 г.

Аналіз отриманих результатів за середнім квадратичним відхиленням δ показав, що розроблена експериментальна лапа з криволінійною формою леза в порівнянні з серійною лапою має в 1,6 раза менше залипання ґрунтом, що підтвер-

Вісник Сумського національного аграрного університету

рджує її ефективність.

За результатами дослідження енергоємності процесу культивування за показником δ , що визначає відносну зміну тягового опору експериментальних та серійних робочих органів залежно від режимів роботи культиватора, (рис. 2) встанов-

лено, що експериментальні лапи в порівнянні з серійними є найбільш ефективними при швидкості обробітки $V=2,22$ м/с та глибині обробітки ґрунту $h=0,06$ м. Це обумовлює виконання технологічного процесу культивування з мінімальними витратами енергії.

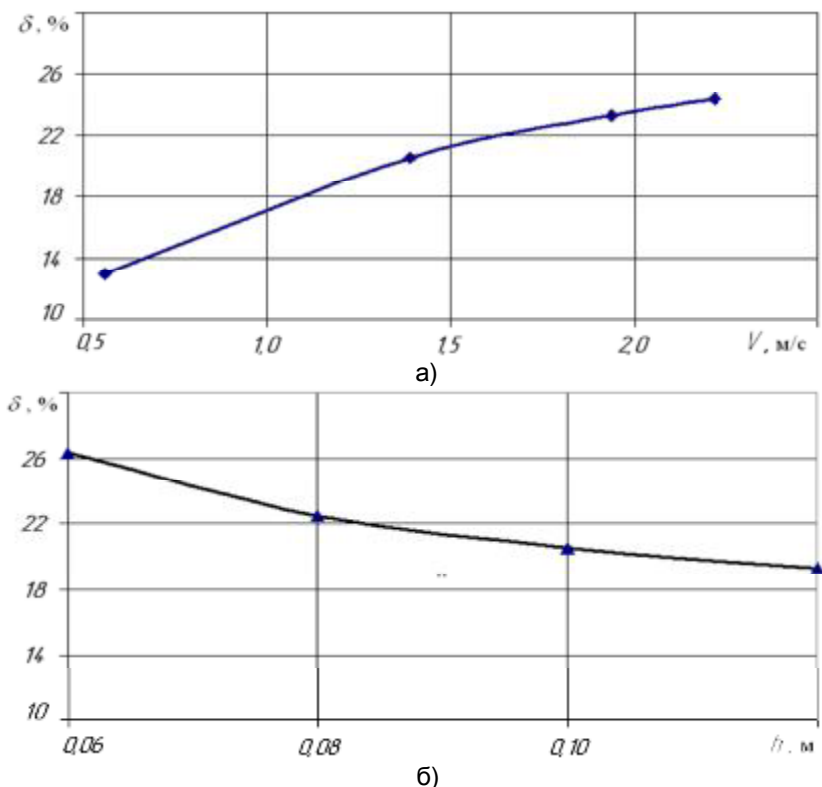


Рис. 2. Відносна зміна тягового опору експериментальних та серійних робочих органів залежно від режимів роботи при: а) $h=0,09$ м; б) $V=2,11$ м/с

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 розрахун-

ку 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	Одиниці вимірювання	Варіант	
			базовий	експериментальний
1	Річна економія затрат праці	люд-год	-	37,61
2	Ступінь зміни затрат праці	%	-	13,8
4	Ступінь зміни затрат на паливо-мастильні матеріали	%	-	17,41
5	Прямі експлуатаційні витрати	грн/га	54,31	45,48
6	Ступінь зміни прямих експлуатаційних витрат	%	-	16,26
8	Питомі інвестиційні вкладення	грн/га	28,24	24,49
9	Сукупні витрати	грн/га	59,96	50,39
10	Економія сукупних витрат	грн/га	-	9,57
11	Річний економічний ефект	грн	-	7197,6

Аналізуючи результати розрахунків економічної ефективності культиваторних агрегатів видно, що застосування стрілочастих 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 стрілочастих лап з прямолінійною формою леза. Річний економічний ефект при цьому складає 7197,6 грн.

ВИСНОВКИ

Виробнича апробація стрілочастих 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 стрілочастими лапами у порівнянні з серійним культиваторним агрегатом, який укомплектований серійними лапами, збільшилась на 15,6 %.

2. Застосування стрілочастих 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 % у порівнянні з серійними стрілочастими лапами з прямолінійною формою леза. Річний економічний ефект від використання удосконаленого культиватора складає 7197,6 грн.

Список використаної літератури:

1. Шкрегаль О.М. Напрямки підвищення ефективності культиваторів [Текст] / 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 [Текст] // Экология и сельскохозяйственная техника: Вестник СЗНИИМЭСХ. – Санкт-Петербург : СЗНИИМЭСХ, 2009. – С.211–217.
3. Шкрегаль О.М. Удосконалений робочий орган культиватора [Текст] / 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 [Текст] / 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 [Текст] / 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 [Текст] / 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).

Козаченко А.В., Шкрегаль А.Н., Сивирин А.Н. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ КУЛЬТИВАТОРНОГО АГРЕГАТА С УСОВЕРШЕНСТВОВАНЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ

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

Ключевые слова: культиваторная лапа, криволинейная форма лезвия, тяговое сопротивление, устойчивость хода, подрезание сорняков, экономическая эффективность.

Kozachenko A.V., Shkregal A.N., Sivirin O.N. THE PERFORMANCE TESTING OF CULTIVATOR UNIT WITH IMPROVED WORKING DEVICES

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.

Keywords: hoe, curved shape of Levi, tractive resistance, driving stability, trimming weeds, economic efficiency.

Стаття надійшла в редакцію: 3.10.2013р.
Рецензент: д.т.н., професор Кочмола М.М.

УДК 631.3.017

ВИЗНАЧЕННЯ ВЕЛИЧИНИ ВІДХИЛЕНЬ КОМБІНОВАНОГО МАШИННОГО АГРЕГАТУ ВІД ПРЯМОЛІНІЙНОЇ ТРАЕКТОРІЇ

П. М. Ярошенко, к.т.н., доцент, Сумський національний аграрний університет

В статті розглянуто питання визначення величини відхилень комбінованого агрегату від прямолінійної траєкторії під час виконання технологічного процесу сівби.

Ключові слова: машинний агрегат, траєкторія руху, сівба.

Постановка проблеми в загальному вигляді. Траєкторія руху машинних агрегатів при проведенні сівби технічних культур в загальному вигляді не є прямолінійною, а являє собою деяку криву близьку до синусоїди. Це обумовлено рядом причин, викликаних різною щільністю ґрунту, а також зовнішніми і внутрішніми збуреннями, діючими на агрегат. Особливо дана ситуація має місце при використанні фронтально навішених знарядь, які в силу свого розміщення негативно впливають на прямолінійність і стійкість руху агрегату в цілому, викликають увід та збільшують опір руху агрегату при виконанні технологічної операції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженням відхилень машинних агрегатів від обраних траєкторій руху займалися П.М. Василенко, Л.В. Гячев, В.М. Авдєєв, А.В. Рославцев. При проведенні досліджень по визначенню величини відхилень від прямолінійного руху машинного агрегату у складі енергонасиченого трактора та навішених спереду і ззаду сільськогосподарських машин використовувалися, як правило, багатомасові моделі з багатьма ступенями вільності М.П. Артёмовим, І.В. Курсовим [1, 2].

Формулювання цілей статті. Розрахунок величин відхилень комбінованого машинного агрегату (МА) при попаданні твердих елементів ґрунту в навісні машини агрегату в цій роботі проводиться на підставі агротехнічних вимог до сівби просапних культур, в особливості цукрових буряків. Виходячи із запропонованої в деяких роботах [3, 4] методики оцінки технічної стійкості, проводиться аналіз динамічного нестационарного процесу руху МА під час дії деякого імпульсу сили з наступною оцінкою кута відхилення МА від початкової прямолінійної траєкторії.

Виклад основного матеріалу дослідження. Виконання чисельних досліджень вимагає побудови розрахункової схеми, яка, незважаючи

на певні спрощення, повинна адекватно представляти жорсткісні і масові характеристики конструкції. Найбільш навантаженою (в термінах теорії пружності) частиною трактора є рама. Виходячи з цього, розрахункову модель трактора в МА представимо як раму з чотирма точковими масами ($m_{T1}, m_{T2}, m_{T3}, m_{T4}$) і стержневими елементами, жорсткість яких еквівалентна жорсткості шин (рис. 1). Точкові маси характеризують розподіл маси трактора на передні ($m_{T1} = m_{T2} = 4050$ кг) і задні колеса ($m_{T3} = m_{T4} = 2850$ кг).

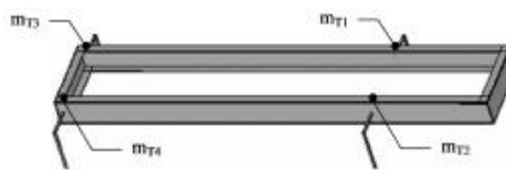


Рис. 1. Розрахункова модель трактора у вигляді рами, точкових мас і стержневих елементів

Профіль балок рами є швелером, характерні розміри якого складають $a = 0,24$ м, $b = 0,08$ м, $h = 8 \cdot 10^{-3}$ м (рис. 2).

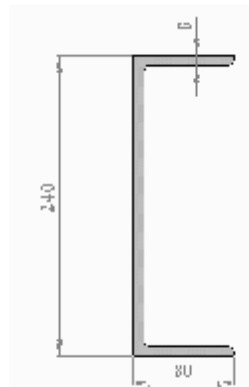


Рис. 2. Профіль балки моделі рами

Колесо моделюється на звичайно-елементному рівні у вигляді сил тертя кочення і тертя ковзання, прикладених до торцьової пло-