

Конструкція і теорія сільськогосподарських машин Construction and theory of agricultural machines



УДК 631.311

Польові дослідження борони-луцильника «Дукат-4» з стійками кріплення дисків різної жорсткості

С.О. Харченко, О.І. Анікєєв, М.О. Циганенко, Р.В. Антощенков, В.В. Качанов,
 О.Д. Калюжний, Є.А. Гаск, Г.В. Сорокотяга

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства
 им. П. Василенко (г. Харьков, Украина)*

В статті представлені результати досліджень роботи борони-луцильника «Дукат-4» виробництва Лозівського ковальсько-механічного заводу (ЛКМЗ) з стійками кріплення дисків трьох варіантів жорсткості: максимальної (1), середньої (2) та мінімальної (3), які забезпечувались конструктивними особливостями кожного з видів стійок. Метою досліджень було визначення впливу на якість роботи «Дукат-4» кожного з видів стійок, а також вплив жорсткості стійок та тягово-енергетичні показники роботи агрегату в складі «Дукат-4» та колісного трактора Т-150К-09.

Якість роботи оцінювалась величинами показників середньої глибини обробітку та її рівномірності, а також гребнистістю та ступенем знищення бур'янів. Визначення показників якості роботи, а також тягово-динамічних показників проводились на двох фонах: поле після збирання соняшника (фон 1) та стерньове поле після збирання ячменю (фон 2).

Визначення показників якості проводилось у відповідності до стандартних методик [5, 6, 7, 8], а також окремої методики. Тягово-енергетичні показники визначались за допомогою вимірювальної системи, розробленої на кафедрі «Трактори та автомобілі».

Кожний з фонів характеризувався вологістю ґрунту, яка була в межах 11,0 -17,4% та твердістю, яка для фона 1 складала 2,25- 4,3 мПа, фона 2 – 2,2-3,05 мПа.

Визначення показників якості показало переваги стійок (2) середньої жорсткості по глибині та рівномірності обробітку, про що свідчить значення коефіцієнту варіації – 36,2% в порівнянні зі стійками 1 та 3, що складала 45,3 та 40,0% відповідно. Стійка 2 забезпечила мінімальну гребнистість, а також найбільш високу ступінь знищення бур'янів – 95,0% в порівнянні з 86,5 та 92,7% для стійок 1 та 3.

Тягово-енергетичні показники роботи «Дукат-4» зі стійками різної жорсткості виявили перевагу стійок 2 на обох фонах: тяговий опір був найменшим та складав на фоні 1 14900Н, на фоні 2 – 15160Н. Найменшим також було буксування коліс трактора для стійок 2, яке складало 5,0% проти 6,5-8,5% (фон 1), для стійок 1 та 7,0-9,0% для стійок 3.

Ключові слова: борона-луцильник, жорсткість стійки, агрофон, глибина обробітку, гребнистість, ступінь підрізання бур'янів, тяговий опір, буксування.

Стан питання. Українське конструкторське бюро трансмісій та шасі (УКБТШ) разом з Лозівським ковальсько-машинобудівним заводом розробили та виготовили цілу гаму ґрунтообробних машин [1]. Ці машини забезпечують виконання абсолютної більшості технологічних операцій основного та передпосівного обробітку ґрунту. При цьому за своїм технологічним і конструктивним рішенням знаходяться на рівні передових зарубіжних зразків. Одночасно з нарощуванням випуску цих машин, УКБТШ та ЛКМЗ проводять роботи по удосконаленню машин в напрямку покращення якості виконання технологічних операцій та підвищення їх надійності.

Ці роботи вже тривалий час проводяться в творчій співдружності з кафедрами «оптимізації технологічних систем» (ОТС) і «трактори та автомобілі» інституту механотроніки та систем менеджменту (ННІ МСМ) Харківського національного технічного університету ім. П.М.Василенка (ХНТУСГ). В свій час кафедрою ОТС були проведені детальні дослідження культиватора КЛД-3,0 [2, 3, 4] з визначенням агротехнічних та експлуатаційних показників, а також оцінка надійності роботи культиватора в виробничих умовах учбових господарств ХНТУСГ та фермерських господарств.

В 2016 році УКБТШ разом з науковцями кафедри провели дослідження роботи дискової борони-луцильника «Дукат-4» (Рис.1) в напрямку

більш ефективної роботи машини, для цього ЛКМЗ виготовили три види пружинних стійок з кріпленнями робочих дисків, різними за жорсткістю: максимальною (№1), середньою (№2) та мінімальною (№3) (рис. 2).



Рис. 1. Борона «Дукат-4» з пружинними стійками кріплення дисків

Програма досліджень передбачала оцінку роботи «Дукат-4» на різних фонах: поле після збирання соняшника та на полі після збирання зернових.

Показники, що характеризують стан одного та другого поля, представлені в таблиці 1.

Таблиця 1. Умови роботи борони-луцильника «Дукат-4» при дослідженні

Показники умов	Значення показників	
	Фон 1 (після збирання соняшника)	Фон 2 (стерня зерних – ячменю)
Вологість (%) ґрунту в шарах:		
0 - 5 см	11,0	11,46
5 - 10 см	16,32	16,7
10 - 15 см	17,09	17,4
Твердість (МПа) ґрунту в шарах:		
0 - 5 см	3,16	2,27
5 - 10 см	4,13	2,36
10 - 15 см	3,27	3,05
Забур'яненість поля до проходу агрегату: шт./м ²	31,2	63,4
Висота стерні, см	128,0	29,5

Як показує аналіз даних таблиці, вологість ґрунту на обох фонах в шарі ґрунту 0 -15 см була практично однаковою і складала 11,4 -17,4%. В той же час твердість ґрунту дещо відрізнялась: на фоні 2 вона була в межах 2,2 - 3,05 МПа, а на фоні

1 – 3,1 - 4,13МПа, тобто була значно вищою проти оптимальної 0,4 -1,6 МПа [9] для цього виду робіт.

Слід зазначити, що на фоні 2 максимальна твердість була в шарі ґрунту 10 -15 см, а на фоні 1 в шарі 5 -10 см, що пояснюється дією кореневища соняшника. Різною була забур'яненість: на фоні 1 – 31,2 шт./м², на фоні 2 – 63,4 шт./м². Відповідно відрізнялась і висота стерні: на фоні 1 складала 128 см, на фоні 2 – 29,5 см.

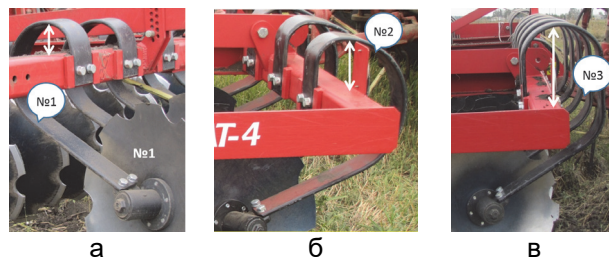


Рис. 2. Пружинні стійки кріплення дисків а) стійка №1; б) стійка №2; в) стійка №3

Для оцінки ефективності застосування різних за жорсткістю стійок при дослідженні проводилась оцінка за якістю виконання технологічної операції та визначення тягово-динамічних показників роботи «Дукат-4» при агрегуванні з колісним трактором Т-150К-09.



Рис. 3. Дискова борони-луцильника «Дукат-4» в агрегаті з трактором Т-150К-09

Для оцінки якості роботи «Дукат-4» при дослідженні були прийняті наступні показники: глибина і рівномірність обробітку, гребнистість і ступінь підрізання бур'янів. Тягово-динамічними показниками при цьому були величина тягового опору, буксування та швидкість руху агрегату.

Кінцевою метою було визначення з трьох видів стійок найбільш ефективної за допомогою показників якості та тягово-динамічних показників.

Показники якості роботи «Дукат-4», які визначались при дослідженні, представлені в табл. 2.

Аналіз даних таблиці 2 показує, що по значенню середньої глибини, показнику рівномірності глибини, по гребнистості та ступеню знищення бур'янів найбільш ефективними є стійки середньої жорсткості (№2). Про це свідчать показники середньої глибини, яка складала 5,9 см і була близькою до установленої, а також значення коефіцієнту варіації – 36,2% в порівнянні з 45,2%

та 40,0% для стійок №1 та №3. Стійки №2 забезпечили найменшу гребнистість на фоні 1, та найбільший ступінь знищення бур'янів – 95,0% в порівнянні зі стійками №1 та №3 відповідно 86,5% та 92,7%, що представлено на рис.4. Тягово-енергетичні показники роботи «Дукат-4» показали також перевагу стійок №2 на обох фонах, що наведено в табл. 3.

Таблиця 2. Показники якості роботи дискової борони-луцильника з різними за жорсткістю стійками кріплення дисків

Найменування показників	Одиниці виміру	Значення показників					
		Фон 1 Стерня сояшника			Фон 2 Стерня ячменю		
		Варіанти стійок			Варіанти стійок		
		№1	№2	№3	№1	№2	№3
Глибина обробітку:							
Середня \bar{x}	см	8,63	5,92	7,61	7,6	7,26	7,31
Мінімальна	см	2,5	2,0	2,5	3,0	3,5	2,0
Максимальна	см	15,0	13,0	15,0	16,0	15,0	15,0
Середньо квадратичне відхилення від середньої δ	см	3,91	2,14	3,05	2,01	3,18	3,35
Коефіцієнт варіації	%	45,28	36,21	40,0	38,21	43,79	45,81
Похибка середньої \bar{x}	см	0,56	0,32	0,48	0,46	0,50	0,53
Гребнистість:							
Середня \bar{x}	см	5,18	3,14	5,04	6,14	5,8	4,24
Мінімальна	см	3,0	0	2,5	3,0	1,0	1,0
Максимальна	см	8,0	7,0	10,0	8,0	11,0	8,5
Середньо квадратичне відхилення від середньої δ	см	1,34	1,83	1,81	2,1	2,1	2,21
Коефіцієнт варіації	%	25,8	58,24	35,99	34,0	36,26	52,09
Похибка середньої \bar{x}	см	0,27	0,37	0,36	0,42	0,42	0,44
Ступінь підрізання бур'янів	%	86,5	95,0	92,7	91,1	93,7	86,8

Таблиця 3. Основні тягово-динамічні показники роботи дискової борони «Дукат-4» з пружинними стійками різної жорсткості

Найменування показників	Одиниці вимірювання	Значення показників					
		Фон 1			Фон 2		
		Сійки					
		1	2	3	1	2	3
Тягове зусилля	Н	15122	14940	15120	15554	15161	15200
Буксування	%	6,5	5,0	8,0	7,0	5,0	9,0
Швидкість руху	км/год	3,5	3,5	3,6	3,5	3,4	3,3

Так тяговий опір зі стійками №2 був найменшим і складав на фоні 1 14940 Н, на фоні 2 15160 Н проти 15122 та 15120 Н для стійок №1 та №3 на фоні 1 та 15554 та 15200 Н для стійок №1 та №3 на фоні 2.

Швидкість руху агрегату при застосуванні стійок №2 складала 3,5 - 3,4 км/год, незначно відрізнялась в порівнянні зі стійками №1, №3 для

яких була 3,5 - 3,6 км/год (фон 1) та 3,6 - 3,3 км/год для фону 2.

Стійки №2 показали найнижче тягове зусилля для обох агрофонів (рис. 5.); поле 1 – $P_{кр} = 14940$ Н, поле 2 – $P_{кр} = 15161$ Н. Найбільше тягове зусилля має борона з жорсткими стійками; поле №1 – $P_{кр} = 15122$ Н, поле №2 – $P_{кр} = 15554$ Н.

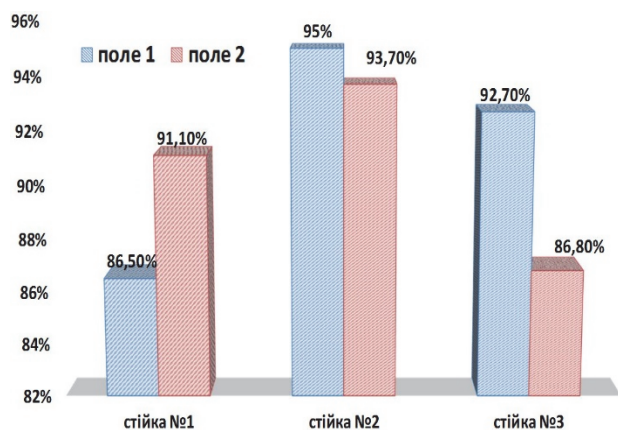


Рис. 4. Графічне зображення ступенів підрізання бур'янів дисковою бороною «Дукат-4» з різними за жорсткістю стійками кріплення дисків

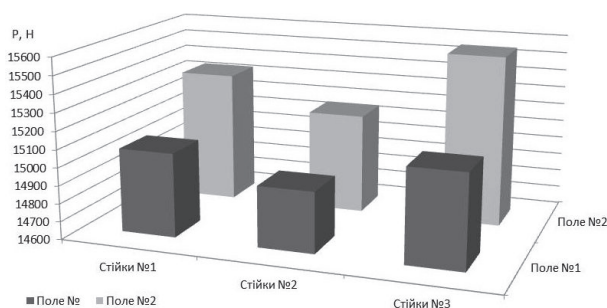


Рис. 5. Середнє значення тягового зусилля борони на двох агрофонах та трьох видах стійок

Висновки.

1. Дослідження роботи борони-луцильника «Дукат-4» з трьома варіантами жорсткості стійок кріплення дисків проводилось в осінній період 2016 року на двох агрофонах: поле після збирання соняшника (фон 1) та поле після збирання ячменю (фон 2).

2. Ці поля характеризувались станом ґрунту, що визначалось низькою вологістю – 11,4 - 17,4% та підвищеною в порівнянні з оптимальною для цих робіт твердістю – 0,4 - 1,6 мПа.

3. Результати досліджень показали перевагу другого варіанту стійок (середня жорсткість) при оцінці їх за якістю виконання технологічних операцій та по тягово-динамічним показникам.

4. При виконанні технологічних операцій стійки №2 забезпечили більшу якість по глибині

обробітку (середня глибина склала 5,9 см) та рівномірності глибини, про що свідчить значення коефіцієнту варіації – 36,2% проти 45,2 – 40,0 для стійок №1 максимальної та №3 мінімальної жорсткості, стійки №2 забезпечили мінімальну в тих умовах гребнистість – 3,1 см та найбільший ступінь знищення бур'янів – 95,0% в порівнянні зі стійками №1 та №3 – 86,5% - 94,7%.

5. Тягово-динамічні показники роботи «Дукат-4» показали також перевагу стійок №2 за величиною тягового опору, яка була меншою і складала 14900Н -15190Н в порівнянні зі стійками №1 та №3 – 15120 -15554Н, а також величині буксування, яке для стійок №2 складало 5,0% проти 6,5% - 9,0% для стійок №1 та №3.

Література

1. Харченко С.О. Вітчизняні машини: практичні випробування [Текст] / С.О.Харченко, М.О.Циганенко, О.І.Анікєєв, О.А.Романашенко, К.Г.Сировицький, В.В.Качанов, О.А.Гриненко // Пропозиція. – 2016. – №10. – С. 170-172.

2. Харченко С.О. Лемішно-дисковий культиватор [Текст] / С.О.Харченко, О.А. Гриненко, М.Г.Макаренко, В.В. Качанов // FARMER. – 2012. – №9. С. 86-87.

3. Харченко С.О. Перед сівбою у сухий ґрунт [Текст] / С.О.Харченко, О.А. Гриненко, В.В. Качанов // Агробізнес сьогодні. – 2012. – №7, С.51-55.

4. Харченко С.О. Оцінка роботи лемішно-дискового культиватора КЛД-3,0 в виробничих умовах [Текст] / С.О.Харченко, В.В.Качанов, М.М. Абдуєв, О.А.Гриненко // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка Вип.124, Т.1. Харків: ХНТУСГ – 2012. Вип.124, Т1. – С.134 -19.

5. КНД.46.16.02.-96. Техніка сільськогосподарська. Номенклатура показників якості. Дослідницьке. – 1997. – 58 с.

6. Техніка сільськогосподарська. Методи визначення умов випробувань: КНД 46.16.02.08-95. Держстандарт України. К. – 1995. – 32 с.

7. РД.10.4.2-89. Випробування сільськогосподарської техніки. Машини і знаряддя для поверхневого обробітку ґрунту. Програма та методи випробувань. Держстандарт України. К: – 1990. – 75 с.

8. Сельскохозяйственная техника. Методы определения условий испытаний. ГОСТ- 20915-75. Государственный комитет стандартов Совета Министров СССР. М. – 1975. – 35 с.

9. Сборник агротехнических требований на тракторы и сельскохозяйственные машины. М. ЦНШТЭИ 1975 том XX. С.331.

Анотація

Полевые исследования работы дисковой бороны-луцильника «Дукат-4» со стойками крепления дисков разной жесткости

С.А. Харченко, А.И. Аникеев, М.А. Циганенко, Р.В. Антощенков, В.В. Качанов, А.Д. Калюжный, Е.А. Гаек, А.В. Сорокотяга

В статье представлены результаты по исследованию работы бороны-луцильника «Дукат-4» производства Лозовского кузнечно-механического завода со стойками крепления дисков трех вариантов

жесткости: максимальной (№1), средней (№2) и малой (№3). Степень жесткости обеспечивалась конструктивными особенностями каждого из трех видов стоек.

Целью исследования является определение влияния жесткости стоек на качество работы «Дукат-4», а также на тягово-энергетические показатели работы машинно-тракторного агрегата в составе «Дукат-4» и колесного трактора Т-150К-09.

Качество работы определялось величиной показателей глубины и равномерности обработки почвы, её гребнистости и степени уничтожения сорняков. Определение показателей качества работы, а также тягово-энергетических показателей проводилось на двух фонах: поле после уборки подсолнечника (фон 1) и стерневое поле после уборки ячменя (фон 2). Определение показателей качества проводилось в соответствии со стандартными методиками [5 - 8], а также частной методики.

Тягово-энергетические показатели определялись с помощью измерительной системы, разработанной на кафедре «Тракторы и автомобили».

Каждый из фонов характеризовался влажностью почвы, которая была в пределах 11,0 - 17,4%, твердостью, которая на фоне 1 составляла 2,25 - 4,13 МПа.

Определение показателей качества, показало преимущество стоек (№2) средней жесткости по равномерности глубины обработки, о чем свидетельствовал коэффициент вариации-36,2% в сравнении со стойками №1 и 3 (45,3 - 40,0%). Стойки №2 обеспечили минимальную гребнистость, а также наиболее высокую степень уничтожения сорняков-95% при 86,5 - 92,7 для стоек №1 и №3.

Тягово-динамические показатели работы «Дукат-4» со стойками разной жесткости также показали преимущество стоек №2 на обоих фонах: тяговое сопротивление было наименьшим и составляло 5,0% против 6,5 - 8,5% (фон 1) для стоек №1 и 7,0-9,0% для стоек №3.

Ключевые слова: борона-луцильник, жесткость стойки, агрофон, глубина обработки, гребнистость, степень подрезания сорняков и тяговое сопротивление, буксировки.

Abstract

Field Studies of Disc Harrow-Cultivator "Dukat-4" with Discs Mounting Rack of Different Rigidity

S.A. Kharchenko, A.I. Anikeev, M.A. Tsiganenko, R.V. Antoshenkov, V.V. Kachanov, A.D. Kalyuzhny, E.A. Gaek, A.V. Sorokotiaha

The article presents the results of operation research of harrow-cultivator "Dukat-4" produced by Lozovsky forging - mechanical plant with discs mounting rack of different rigidity: maximum (No. 1), medium (No. 2) and minimal (No. 3). The degree of rigidity was provided by the design of each of the three types of racks.

The aim of the research is to determine the effect of rack stiffness on the quality of the operation of "Dukat-4", as well as traction and power performance of a tractor unit as a part of the "Dukat-4" and wheeled tractor T-150K-09.

The quality of the operation was determined by the magnitude of the indicators of the depth and uniformity of processing, ridgeness and the degree of weed control. The estimation of operational indicators, as well as traction-energy indicators was carried out on two backgrounds: a field after harvesting of sunflower (background 1), and a stubble field after harvesting of barley (background 2). The estimation of quality indicators was carried out according to standard methods [5 - 8], as well as private methods.

Traction-energy indicators were determined using the measuring system developed at the Department "Tractors and cars".

Each of the backgrounds was characterized by soil moisture, which was at the range of 11.0 - 17.4 percent, the hardness of which on the background 1 was in the range 2.25 - 4.13 MPa.

The estimation of quality indicators, showed the advantage of racks of medium hardness (No. 2) as for the uniformity of depth of processing, which was proved by the coefficient of variation – 36,2% as compared to racks 1 and 3 (45,3 - 40,0%). Rack No. 2 provided the minimum ridgeness, and the highest degree of destruction of weeds – 95%, 86,5 and 92.7 for racks No. 1 and No. 3.

Traction and dynamic performance of "Dukat-4" with racks of different rigidity also showed the advantage of racks No. 2 on the both backgrounds: traction resistance was the lowest with 5.0% against 6,5 - 8,5% (background 1) for racks No. 1 and 7,0 - 9,0% for racks No. 3.

Keywords: harrow-cultivator, the rigidity of the stand, soil fertility, depth of processing, the unevenness, the degree of undercut weeds and traction resistance, towing

Представлено від редакції: В.І. Пастухов / Presented on editorial: V.I. Pastuhov

Рецензент: В.Ф. Пашенко / Reviewer: V.F. Pashhenko

Подано до редакції / Received: 05.01.2017