

УДК 631.314.1

Демидов С., наук. співроб., Шпильовий Ю., пров. інж., Стародубцева М., пров. агроном, Кучеренко В., наук. співроб. (Південно-Українська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого)

## Коткування ґрунту та його технічне забезпечення

У статті наведено характеристики і результати випробувань найбільш перспективних котків, що їх виробляють на вітчизняних підприємствах Півдня України, а також особливості конструкції цих котків, агротехнічні та експлуатаційні показники виконуваного ними технологічного процесу, показники їх надійності та економічні показники. Усі моделі випробуваних котків надійно і якісно виконують технологічний процес і можуть бути використані для коткування всіх типів ґрунтів південного регіону України з показниками призначення, що відповідають зональним вимогам.

**Ключові слова:** коткування, ущільнення, ґрунт, конструкція, робочі органи.

**Суть проблеми.** Однією з важливих складових комплексу технологічних операцій, що їх використовують під час вирощування сільськогосподарських культур, є коткування. Вітчизняні заводи-виробники сільськогосподарської техніки випускають різноманітні котки, що відрізняються між собою переважно шириною захвату та комплектацією робочих органів. Тому перед виробниками сільськогосподарської продукції виникає проблема вибору тієї чи іншої марки котків під час купівлі.

**Огляд публікацій.** Як відомо, котки використовують для ущільнення поверхневого шару ґрунту [1], що сприяє підняттю вологи з нижніх шарів ґрунту до верхнього, руйнуванню ґрунтової кірки для зниження втрат вологи за рахунок конвекційно-дифузного випаровування, дробленню глиб та грудок, вирівнюванню поверхні поля під час передпосівного та післяпосівного прикочування, а також для прикочування зелених добрив (сидератів) або гною перед їх заорюванням і для прикочування снігу з метою його затримки та більш повільного танення [2].

На думку багатьох дослідників [3-6], пріоритетним напрямом створення досконалої ґрунтообробної техніки є перехід від одноопераційних енерговитратних знарядь до багатофункціональних комбінованих широкозахватних машин і агрегатів, які за один прохід полем виконують кілька технологічних операцій і цим забезпечують високу якість обробітку, зберігають вологу і вдосконалюють родючість ґрунтів, істотно зменшують терміни польових робіт, скорочують витрати паливно-мастильних матеріалів і трудові витрати. Однак, ці агрегати досить складні й дорогі, тому більшість господарств (з низьким та середнім рівнем ресурсного забезпечення) не в змозі купувати їх. Крім того, операція коткування, як самостійна, залишається актуальною в багатьох випадках: для порушення ґрунтової кірки по сходах, післяпосівного прикочування, прикочування після дискування з метою провокування проростання падалиці та насіння бур'янів, прикочування вузлів куціння озимих, що випинаються назовні після складних умов зимівлі та ін. [2]. Тому на ринку представлені як одноопераційні агрегати, так і котки різних вітчизняних виробників.

Польові котки відрізняються формою робочої поверхні. Вона може бути гладенька, кільчаста, кільчато-шпорова, зубчата та кільчато-штифтова залежно від того, для якого ґрунту і виду робіт призначений коток. В Україні найбільш широке застосування отримали два основних типи котків: кільчато-шпорові та кільчасті або кільчато-зубчасті.

Гладкі котки практично не використовують для передпосівного або післяпосівного прикочування ґрунту, оскільки через велику площу контакту з землею під час прикочування котка відбувається вдавлювання глиб і грудок без руйнування, що не створює рівномірного ложа для насіння при передпосівному прикочуванні і змінює глибину загортання насіння при післяпосівному. Також з відкритого для атмосферного впливу (сонця, вітру) поверхневого ущільненого шару ґрунту відбувається швидке висихання і вивітрювання вологи та утворюється ущільнена суха кірка.

Кільчато-шпорові котки під час прикочування захоплюють шпорами розпушений ґрунт і притрушують ним прикочену поверхню, що запобігає вивітрюванню вологи.

Кільчато-зубчасті котки добре руйнують грудки та брили після оранки, інтенсивно прикочують ґрунт. За рахунок різних діаметрів кільчастих дисків та плоских кілець відбувається самоочищення робочих органів, що особливо важливо під час роботи на вологих ґрунтах.

Вплив котка на ґрунт залежить від його маси, робочої довжини, діаметра і форми робочої поверхні. Ґрунт ущільнюється під дією маси, тому вона відіграє важливу роль у технологічному процесі. Другим параметром, який впливає на якість роботи котка, є його діаметр. Зусилля на перекочування котків однієї маси, але різних діаметрів буде зворотно пропорційне діаметру котка у співвідношенні 2:3. Із збільшенням діаметра котка зменшуються витрати енергії на його перекочування, але в той же час знижується ступінь ущільнення ґрунту. При значному зменшенні діаметра котка погіршується його перекочування (ефект "бульдозера") [7].

**Мета досліджень** – визначити технічний рівень нових моделей польових котків, що їх виготовляють на заводах Південного регіону України.

**Результати досліджень.** За останні роки Південно-Українська філія ім. Л. Погорілого провела випробування різноманітних котків, які розроблені і виробляються на заводах Південного регіону України. Серед них найбільш перспективні – польові з різними типами робочих органів: КП-6-420, КП-9-420 виробництва ТОВ “Апостолавагромаш” (м. Апостолове Дніпропетровської обл.); кільчато-шпорові ЗККШ-6Г, 5ККШ-10Г виробництва ПП “Агротехцентр” (м. Дніпропетровськ); кільчато-зубчастий КПФ-6КЗ виробництва ПАТ “Завод “Фрегат” (м. Первомайськ Миколаївської обл.) та КЗК-6П виробництва ДП “Ливарний завод” (м. Первомайськ).

Коток КП-9-420 (рис 1, 2) – напівнавісна машина, яка складається з центральної, двох бокових передніх і двох бокових задніх секцій, сніци, двох транспортних коліс і гідросистеми.

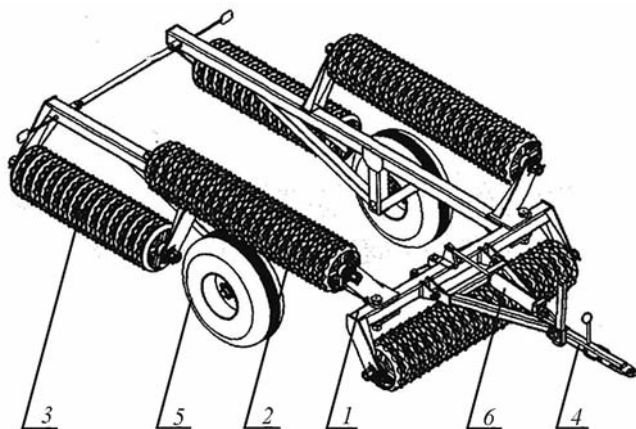


Рис. 1 – Конструкційна схема котка КП 9-420: 1 – передня секція, 2 – бокова передня секція, 3 – бокова задня секція, 4 – сніця, 5 – опорнотранспортне колесо, 6 – гідросистема



Рис. 2 – Коток КП 9-420 в роботі

Батареї котка (5 шт.) аналогічні за конструкцією і складаються з робочих органів, які зібрані на осі батареї, що обертається в двох підшипникових вузлах, розташованих на кінцях осі.

Робочими органами котка можуть бути: кільчато-зубчасті, гладкі, гладко-зубчасті, кільчасті, кільчато-шпорові диски, з яких набрана батарея котка. На випробування був представлений коток з кільчастими дисками.

Для транспортування котка по дорогах загального призначення в конструкції передбачена ходова система, яка складається з двох пневматичних коліс, встановлених на рамі за допомогою кронштейнів встанов-

лення коліс, виконаних на балках бокових секцій батареї. Гідросистема призначена для переведення котка в транспортне або робоче положення і складається з гідроциліндра та рукавів високого тиску.

Коток КП-6-420 відрізняється від котка КП-9-420 лише відсутністю бокових задніх секцій.

Коток ЗККШ-6Г (рис. 3, 4) – напівнавісний і складається з трьох шарнірно з'єднаних секцій: центральної та двох бокових (лівої і правої), двох опорних коліс, причіпного пристрою та гідросистеми. Кожна секція котка складається із зварної балки і двох дискових батарей (передньої та задньої).

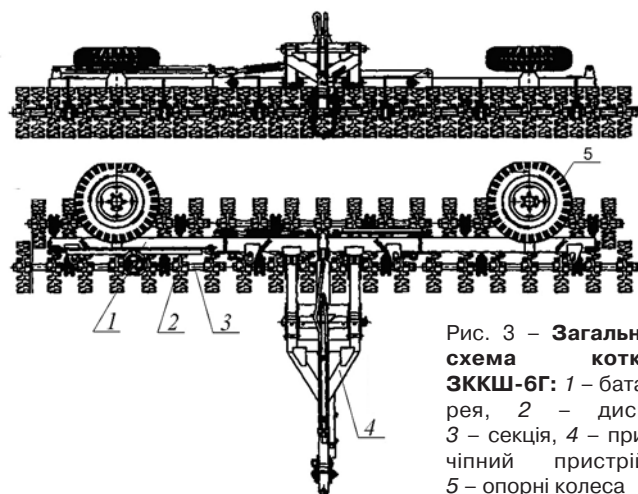


Рис. 3 – Загальна схема котка ЗККШ-6Г: 1 – батарея, 2 – диск, 3 – секція, 4 – причіпний пристрій, 5 – опорні колеса



Рис. 4 – Коток ЗККШ-6Г в роботі

Батареї котка ЗККШ-6Г – є робочими органами, які складаються з кільчато-шпорових дисків, виготовлених зі сталі, та шпульок, встановлених між дисками. Шпори на дисках, які встановлені в шаховому порядку, виконані таким чином, що одна сторона шпори розташована під кутом 12-15° до площини осевого перерізу диска. Тому під час руху робочого органа в один бік посилюється подрібнювальний ефект, а в другий бік – ущільнювальний ефект. Диски та шпульки зібрані на осі батареї. Вісь батареї з набором дисків та шпульок обертається в підшипникових вузлах, розташованих між дисками. Гідросистема котка призначена для переведення його в транспортне або робоче положення і складається з гідроциліндра, маслопроводів та рукавів високого тиску.

Причіпний пристрій являє собою зварну конструкцію, на якій встановлені кронштейн гідроциліндра,

серга, стоянкова опора. Замість кільчасто-шпорових секцій конструкцією машини передбачено встановлення кільчасто-зубчастих секцій на замовлення споживача.

Коток 5ККШ-10Г з шириною захвату 10 метрів, на відміну від котка ЗККШ-6Г, має ще дві крайні секції. Окрім того, гідросистема котка 5ККШ-10Г має додатково гідроциліндр для переведення крайніх секцій в транспортне положення.

Котки КПФ-6КЗ та КЗК-6П (рис. 5, 6, 7) аналогічні за конструкцією і складаються з центральної та двох бокових секцій, сниці, двох транспортних коліс і гідросистеми.

Центральна секція складається з рами (балки), на якій встановлені батареї котків, кронштейнів сниці і гідроциліндра та шарнірів для під'єднання бокових секцій. Бокові секції аналогічні за конструкцією з цент-

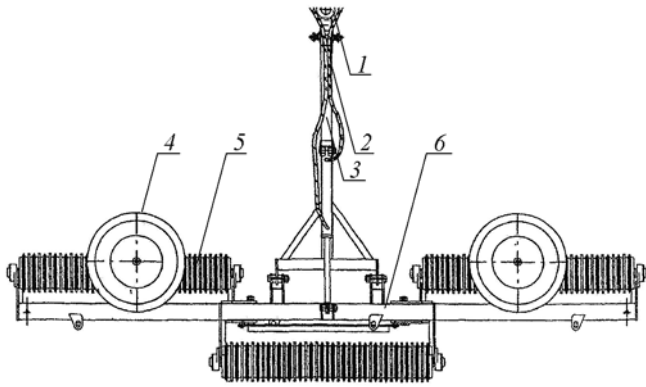


Рис. 5 – Конструкційна схема котка КЗК-6П: 1 – серга, 2 – рукави гідросистеми, 3 – дишло, 4 – транспортне колесо, 5 – батарея робочих органів, 6 – рама



Рис. 6 – Коток КЗК-6П (в робочому положенні)



Рис. 7 – Коток КПФ-6КЗ (в робочому положенні)

ральною, але на бокових секціях замість кронштейна встановлення гідроциліндра передбачені кронштейни кріплення опорних коліс.

Батареї котка складаються з робочих органів, які зібрані на осі батареї, що обертається в двох підшипникових вузлах, розташованих на кінцях осі. Батареї котка КЗК-6П набрані з кільчасто-зубчастих дисків та зірочок, які встановлені через один. Сниця котка виготовлена з прямокутних труб і призначена для агрегування з трактором. На сниці встановлені кронштейни кріплення до центральної секції і під'єднання гідроциліндра.

Для транспортування котка по дорогах в конструкції передбачена ходова система, яка складається з двох пневматичних коліс, встановлених на рамі за допомогою кронштейнів. Гідросистема призначена для переведення котка в транспортне або робоче положення. Вона складається з гідроциліндра та рукавів високого тиску.

ДП “Ливарний завод” виготовляє також котки типу ККШ-6Г та типу КН, які аналогічні за конструкцією котку КЗК-6П, окрім конструкції батарей, де замість кільчастих дисків та зірочок встановлені: кільчасто-шпорові диски – на котку ККШ-6Г та гладкі водоналивні робочі органи – на котку типу КН. Коток типу КН призначений лише для ущільнення ґрунту. Ступінь ущільнення ґрунту такими котками залежить від кількості води, яка заливається в порожнини секцій котка.

Для того, щоб визначитись з перевагами та недоліками котків, задіяних у технологіях вирощування сільськогосподарських культур Півдня України, були проведені випробування в однакових умовах та з практично однаковою швидкістю руху агрегатів.

Аналізуючи отримані результати, варто відзначити, що всі котки надійно виконують технологічний процес з показниками якості, які відповідають вимогам нормативно-технічної документації та зональним вимогам. З таблиці 2 видно, що котки КПФ-6КЗ та КЗК-6П в більшій мірі ущільнюють ґрунт, що пов'язано з більшою питомою масою цих котків (табл. 1). Енергоємність процесу коткування котками усіх моделей незначна. Коефіцієнт використання ефективної потуж-

Таблиця 1

Технічна характеристика котків польових

Показник	Значення показника			
	КП-9-420	ЗККШ-6Г / 5ККШ-10	КПФ-6КЗ	КЗК-6П
Марка машини	КП-9-420	ЗККШ-6Г / 5ККШ-10	КПФ-6КЗ	КЗК-6П
Робоча ширина захвату, м	9,0	6,3/10,5	6,0	5,98
Тип робочого органу	кільчасті	кільчасто-шпорові	кільчасто-зубчасті	кільчасто-зубчасті
Діаметр котка, мм	420	520	480	470
Габаритні розміри котка в робочому положенні, мм				
довжина	2740	3500	3330	3480
ширина	9380	6350/1050	6335	6135
висота	770	0 1180/1200	1010	1000
Габаритні розміри котка в транспортному положенні, мм				
довжина	5940	4320/6470	4730	4715
ширина	2670	3250	2345	2280
висота	1400	1650	1540	1500
Дорожній прояснення, мм	300	350	260	300
Маса машини, кг	2915	2300/3370	2900	2800
Питома маса, кг/м	324	365/322	483	467

Таблиця 2

## Результати випробувань котків польових

Показник	Значення показника			
	КП-9-420	ЗККШ-6Г/ 5ККШ-10	КПФ-6К3	КЗК-6П
Марка трактора	МТЗ-82	ЮМЗ-8240 / Т-150К	МТЗ-80	МТЗ-82.1
Вологість ґрунту, %, в прошарках: 0-5 см 5-10 см	8,1 9,7	14,7/14,5 16,2/16,0	6,0 12,7	7,2 13,9
Твердість ґрунту, МПа, в прошарках: 0-5 см 5-10 см	0,3 0,5	0,3 0,5	0,4 0,8	0,4 1,4
Робоча швидкість, км/год	9,2	9,0	9,0	8,35
Продуктивність, га/год: основного часу змінного часу	8,31 6,23	5,67/9,45 4,37/6,9	5,40 4,05	5,01 3,73
Коефіцієнт надійності технологічного процесу	0,99	1,0	1,0	1,0
Кількісна частка грудок, %, за фракціями до 25 мм: до проходу після проходу	69,9 83,2	71,6/71,9 84,4/85,0	78,1 85,4	71,2 84,7
Щільність ґрунту, г/см <sup>3</sup> , у прошарках: до проходу: 0-5 см 5-10 см після проходу: 0-5 см 5-10 см	0,8 1,0 1,1 1,25	0,9/0,95 1,0/1,05 1,15/1,18 1,2/1,22	1,14 1,77 1,46 2,06	1,24 1,82 1,58 2,10
Напрацювання, га	820	595/945	430	450
Коефіцієнт готовності	1,0	1,0	1,0	1,0
Питомі витрати палива, кг/га	1,07	1,23/1,87	1,4	1,42
Коефіцієнт використання ефективної потужності двигуна	0,56	0,45/0,41	0,40	0,42
Затрати праці, люд.-год./га	0,16	0,23/0,14	0,24	0,27
Прямі експлуатаційні витрати, грн/га	38,82	51,57/63,66	49,4	53,75

ності двигуна становить 0,4-0,45 при агрегуванні котків шириною захвату 6 м з тракторами класу 14 кН і 0,56 – при агрегуванні котка КП-6-420, шириною захвату 9 м з трактором того ж класу. Збільшення робочої швидкості для завантаження двигуна трактора обмежується умовами праці механізатора. Збільшувати ширину захвату котків недоцільно через вимоги техніки безпеки під час транспортування котків по дорогах (маса котка не повинна перевищувати 1/2 маси трактора). Для виконання цих вимог коток 5ККШ-10Г слід агрегувати з трактором Т-150К при незначному завантаженні двигуна трактора.

За результатами аналізу економічних показників можна зробити висновок, що найменш витратним є використання котка КП-9-420, прямі експлуатаційні витрати з його застосуванням найменші: вони становлять 38,82 грн/га, однак у разі його використання в агрегаті з трактором кл. 14 кН порушуються вимоги техніки безпеки під час транспортування котка дорогами загального призначення.

**Висновки.** Виходячи з результатів випробувань, можна зазначити, що всі моделі котків, що їх виготовляють на Півдні України, якісно і надійно виконують

технологічний процес коткування ґрунту з показниками призначення, які відповідають вимогам ТУ і зональним вимогам. Вибір тієї чи іншої моделі котків та їх комплектація відповідними робочими органами залежить від умов роботи котків, ресурсного забезпечення господарства і стану машинно-тракторного парку.

## Список літератури

1. Гудзь В.П. Землеробство: навч. посібник. – К.: Центр учбової літератури, 2010. – 464 с.
2. Шульгин А.М. Почвенный климат и снегозадержание. – М.: Издательство Академии наук СССР. – 1954. – 110 с.
3. Сабецька Т.І. Формування нових перспектив розвитку галузі сільськогосподарського машинобудування України на основі маркетингового підходу [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www.rusnauka.com/27\\_NII\\_2010/Ekonomika/72059.doc.htm](http://www.rusnauka.com/27_NII_2010/Ekonomika/72059.doc.htm)
4. Методичні положення та норми продуктивності і витрати палива на обробітку ґрунту / В.С. Пивовар, Є.М. Нуджін, М.Ф. Кисляченко та ін. – К.: НДІ “Укragропромпродуктивність”, 2013. – 584 с.
5. Налойченко А.О., Атаканов А.Ж. Применение улучшенных агротехнических мероприятий для повышения плодородия почвы и продуктивности воды путем мульчирования междурядий. – Бишкек: Переплетчик, 2009. – С. 23.
6. Засуха В. Забезпечення агрофірм сучасною ґрунтообробною технікою та ефективність її використання // Пропозиція. – 2008. – № 3.
7. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин; под ред. д-ра техн. наук проф. Е.С. Босого. – М.: Машиностроение, 1978.
8. Протоколи державних випробувань Південно-Української філії УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого № 03-003-11-1; № 03-003 12-1; № 1400/0214-03-2011; №1515/0227-03-2012.

**Анотація.** В статтю приведені характеристики і результати испытаний найбільш перспективних катков, которые производятся на отечественных предприятиях Юга Украины, а также особенности конструкции этих катков, агротехнические и эксплуатационные показатели выполняемого ими технологического процесса, их надежность и экономические показатели. Все модели испытанных катков надежно и качественно выполняют технологический процесс и могут быть использованы для прикатывания всех типов почв южного региона Украины с показателями назначения, соответствующими зональным требованиям.

**Summary.** The paper presents the features and results of testing of the most promising rollers manufactured at domestic enterprises of southern Ukraine, as well as design features of these rollers, agronomic, technical and operational performance indices of the technological process they perform, their reliability and economic indices. All rollers models tested securely and efficiently perform technological process and can be used for all types of Southern Ukraine soils with designation indices corresponding to zonal requirements.

Стаття надійшла до редакції 7 квітня 2014 р.