

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПРИКОЧУВАЛЬНИХ КОТКІВ РІЗНИХ КОНСТРУКЦІЙ ВИРОБНИЦТВА ТОВ «РОПА-УКРАЇНА» ТА ЕКСПЕРТНЕ ОЦІНЮВАННЯ ЇХНЬОЇ ДІЇ НА ҐРУНТ

Шустік Л., канд. техн. наук,

e-mail: shustik@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-2413-935X>

Степченко С.,

e-mail: stepchenko_s@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-2808-9644>

Нілова Н.,

e-mail: nilova-n@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-5514-2338>

Сидоренко С.,

e-mail: silviya20@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-5046-117X>

ДНУ «УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого»

Анотація

У статті висвітлені результати досліджень особливостей роботи прикочувальних котків різних конструкцій (зокрема, швелерного і шпорного) та їх впливу на ущільнення ґрунту, наведені залежності фізичних величин ґрунту від швидкості руху.

Мета – порівняння, на основі експрес-методів та експертного оцінювання, якості роботи швелерного і шпорного котків та вибір раціонального швидкісного режиму. За критерієм рівномірності ущільнення площі, вмісту агрономічно цінних фракцій та пошарової щільності.

Методи досліджень – польовий експеримент, органолептичне спостереження, інструментальні виміри: метод падаючого конуса, пристрій для визначення пошарової щільності; експертне порівняння та оцінювання.

Результати. Польові випробування культиватора Alligator 9 КМ в комплектації з прикочувальними котками різної конструкції показали їхні переваги та недоліки під час виконання технологічного процесу. Експертний аналіз якості роботи котків дозволив визначити номенклатуру критеріїв оцінювання ущільнення ґрунту, раціональні швидкісні режими їх досягнення.

Висновки. За результатами випробувань методом падаючого конуса, якість ущільнення ґрунтової площі у шпорного котка є кращою, що обумовлено меншими значеннями оцінюваного критерію. Зниження швидкості від 6 км/год до 12 км/год зменшує ущільнення ґрунту кожним з котків на 10 %, причому шпорний коток тисне на ґрунт в 1,1 раза інтенсивніше, що сприяє кращому подрібненню грудок і формуванню більш рівномірного співвідношення розміру фракцій. За цих умов вміст грудок розміром понад 50 мм у шпорного котка порівняно зі швелерним зменшується на 0,5-0,7 %.

Випробування методом оцінювання пошарової щільності показують ущільнення 0,77-1,1 г/см³ (оптимальна щільність ґрунту 1,1-1,3 г/см³) шпорним і швелерним котками в шарі 0-6 см причому величина ущільнення ґрунту котками в пухкому надрасіннєвому шарі 0-2 см в інтервалі швидкостей 9-12 км/год коливається в межах 0,8-0,9 г/см³.

У зоні розміщення насіння (2-4 см) показники ущільнення швелерним котком змінюються в інтервалі швидкостей в межах 0,92-0,95 г/см³. Водночас шпорний коток ущільнює цей шар на аналогічних швидкостях стабільніше, тобто на рівні 0,98-1,02 г/см³.

У шарі 4-6 см в інтервалі швидкостей 6-12 км/год показники щільності для обох котків лежать в межах 1,0-1,1 г/см³, причому шпорний коток з ростом швидкості ущільнює ґрунт у цьому шарі стабільніше ніж швелерний.

Ключові слова: ґрунт, ущільнення, культиватор передпосівний, коток, швелерний, шпорний.

Суть проблеми. Вітчизняний виробник ТОВ «РОПА-Україна» два роки тому вивів на ринок свою власну розробку — культиватори Alligator 9 КМ, який пропонує типорозмірну лінійку ширини захвату 6 м, 9 м та 12 м. Такі культиватори призначені для передпосівного та поверхневого обробітку ґрунту на глибину до 12 см, вирівнювання оранки, закриття вологи. Агрегатуватись ці машини можуть з тракторами потужністю 150-400 к. с.

Культиватор Alligator зарекомендував себе як високопродуктивна та надійна техніка, яка забезпечує високі показники якості роботи. Зокрема, змінна продуктивність 6-, 9- та 12-метрової ширини захвату складає відповідно близько 50 га, 70 га та 90 га за 10-годинний робочий день з витратами пального 5-7 л/га. Якість виконання технологічного процесу із забезпеченням стійкості заданої глибини, фракційного ґрунтового складу, гребенистості тримається на рівні відмінних показників. Не поступаючись імпортним зразкам за показниками роботи, його перевага полягає в ціні та можливості часткового відшкодування затрат фермерам як наслідок участі в Державних програмах компенсації.

Найбільш затребуваним є використання такого культиватора на передпосівному обробітку ґрунту для сівби технічних культур, яких нараховується, за даними Державної служби статистики України, більше 30 видів. Площа посівів технічних культур, за інформацією Держстатслужби, в 2018 році склала 9271,6 га. Виробник продав за ці роки чимало культиваторів, які отримали позитивну оцінку фермерів. Можливими споживачами такої техніки є господарства з наявністю земель сільськогосподарського призначення від 500 га і більше, яких в Україні налічується 7528 (або майже 18 %) загальною площею близько 87 %.

Однак, виробляючи культиватори Alligator, постійно удосконалюючи їх конструкцію та розширяючи типорозмірну лінійку, спеціалісти ТОВ «РОПА-Україна» зацікавлені в ретельному дослідженні особливостей роботи компонувальних рі-

шень, елементів конструкції, використаних матеріалів і доведенні як якісної продукції, так і супровідних рекомендацій аграріям.

У контексті сказаного, ТОВ «РОПА-Україна» ініціювало роботу з дослідження особливостей роботи опцій прикочувальних котків, які пропонуються на культиваторах Alligator КМ, зокрема швелерного і шпорного типів. Для цього спеціалістами науково-дослідного інституту прогнозування та випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва імені Леоніда Погорілого (УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого) спільно з представниками фірми-виробника були проведені функційні випробування (фокус-тест) прикочувальних котків різних конструкцій. Фокус-тест — це стислі випробування об'єкта з визначення відгуку на один або декілька критеріїв.

Особливістю фокус-тесту, який проводився в с. Бикова Гребля Ставищанського району Київської області, було навішування на одній машині двох типів котків, які порівнювались за однакових, конкретних на час випробувань умов.

Аналіз досліджень і публікацій. Котки сільськогосподарського призначення є важливими знаряддями з великим спектром функцій: подрібнення брил грудок, руйнування поверхневої кірки, розпушування й ущільнення ґрунту, вирівнювання поверхні, знищення крижаної кірки тощо.

Котки можна класифікувати на гладкі, гладко-рубчасті, кільчасті, кільчато-шпорні, кільчато-зубчасті, бородасті, комбіновані [1]. Наш досвід дозволяє додати до перерахованої кількості декілька нових конструкційних розробок — швелерні, пружно-штабові, різальні тощо.

За принципом використання котки можуть бути самостійними та у складі сільськогосподарських машин.

Однією з важливих технологічних операцій під час вирощуванні будь-яких сільськогосподарських культур є ущільнення (прикочування, коткування) поверхні ґрунту, яке руйнує грудки після оранки, ущільнює ґрунт до посіву насіння, доз-

воляє його мілко загортати, прикочувати сидерати перед приорюванням тощо. Розрізняють ущільнення поверхневе та підповерхневе. Цей прийом сприяє підвищенню рівномірності глибини загортання насіння, рівномірності ходу та робочої швидкості посівних машин, поліпшує умови роботи збиральних машин.

Ущільнення ґрунту в процесі сівби та після укладання насіння в рядок покращує контакт насіння з ґрунтом, сприяє підтягуванню вологи з нижніх горизонтів до насіння. Крім того, після прикочування зменшуються втрати вологи через випаровування, оскільки інтенсивність випаровування більша, коли ґрунт розпушений. Оптимальною величиною щільності ґрунту, утвореної котком, є діапазон 1,0-1,3 г/см³ [2].

Дослідженню котків сільськогосподарського призначення присвячено багато науково-дослідних робіт. Володіння інформацією щодо особливостей та переваг роботи котка, а також правильне донесення її користувачу допоможе забезпечити найбільш збалансований за щільністю повітряно-водний режим рослин та усунути негативний вплив природних явищ і їхніх аномалій, що є важливо в сучасних умовах. Як наслідок, знання особливостей використання котка за таких умов збереже та примножить витратні кошти.

Підтвердженням цього є досліді, проведені науковцями [3], які свідчать, що розроблена конструкція котка дає змогу збільшити врожайність дрібнонасінних культур на 10-12 %. Наприклад, у дослідженнях [4] підтверджується теза негативного впливу грудок ґрунту великого розміру на урожай — кожен відсоток крупної фракції знижує схожість на 1-2 %, збільшує втрати вологи та погіршує дружність сходів. Боротьба з цим недоліком можлива за умови коткування ґрунту.

Вітчизняні машинобудівники за браком ресурсів часто обирали для своїх сільськогосподарських машин один-два

базових види котків, які запускались у серійне виробництво. Однак досвід показує, що провідні фірми-виробники можуть пропонувати десятки різновидів котків [5] для доукомплектування своїх машин. Деякі фірми спеціалізуються лише на виробництві котків, наприклад, французька фірма OTICO.

Виклад основного матеріалу. Культиватор передпосівний Alligator 9KM, розроблений ТОВ «РОПА-Україна», з приєднаними котками різних конфігурацій, представлено на рисунку 1.



Рисунок 1 – Культиватор передпосівний Alligator 9 KM з котками різних конфігурацій

Котки для оснащення культиваторів передпосівного обробітку ґрунту Alligator забезпечують завершальну дію після інтенсивного розпушування і підрізання бур'янів; призначені для прикочування ґрунту, формування однорідної якісної поверхні та фракцій оптимального розміру, рівномірної пошарової щільності в шарі 0-6 см без пустот.

Технічні параметри:

- шпорний коток — робоча ширина захвату однієї секції котка — 2840 мм; діаметр — 434 мм; ширина котка — 80 мм; крок установки кілець -120 мм; відстань між крайками сусідніх дисків тандему — 40 мм; питома маса — 68,3 кг/метр ширини захвату;

- швелерний коток — робоча ширина захвату — 2840 мм; діаметр — 480 мм; крок установки кілець — 110 мм; ширина кіль-

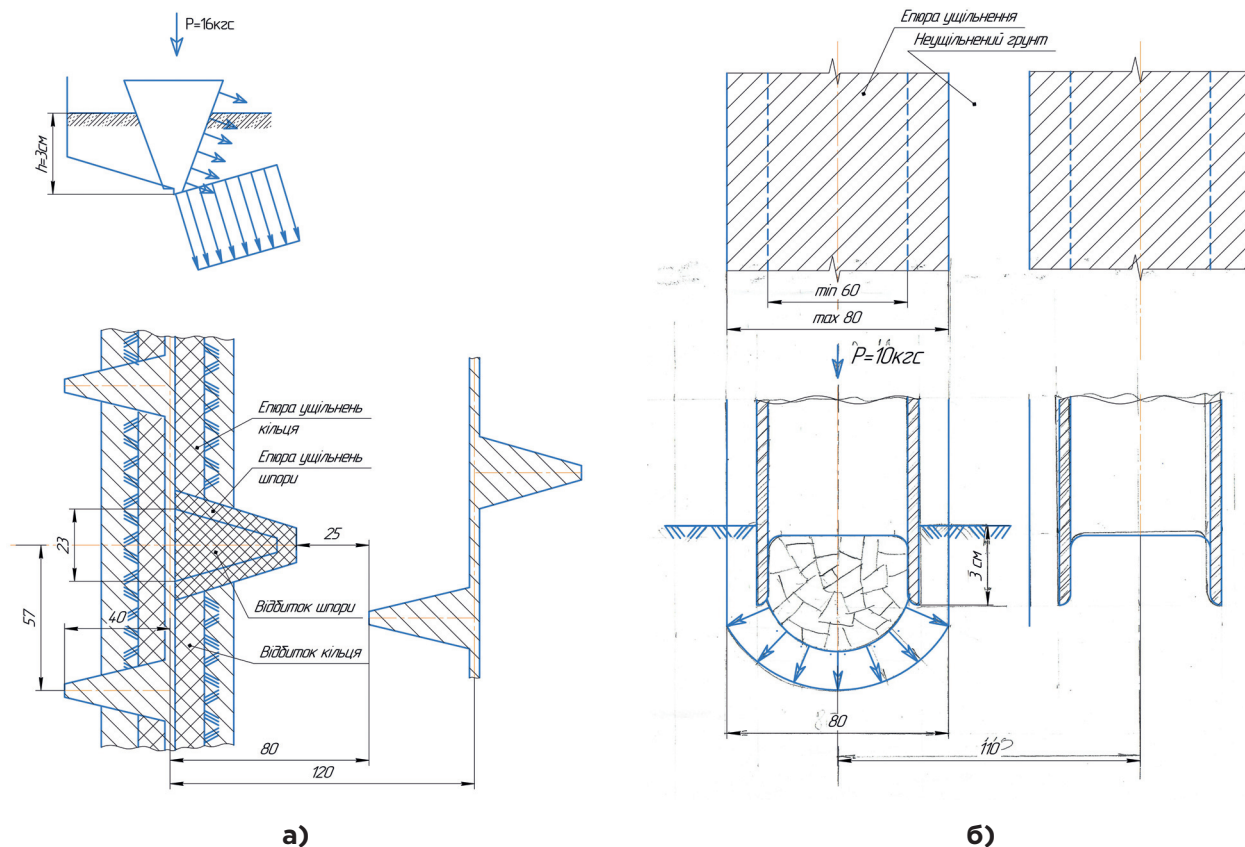


Рисунок 2 – Вид епюр ущільнення та діапазон контактних площ з ґрунтом котків різних конструкцій: а) шпорного (варіант 1); б) швелерного (варіант 2)

ця – 60 мм; відстань між крайками сусідніх дисків тандему – 50 мм; питома маса – 948 кг/метр ширини захвату.

Особливості конструкції: тип виконання – тандем, діапазон контактної площі шпорного котка з ґрунтом – 21-56 %; форма епюри ущільнення – поєднання вузької поздовжньої суцільної смуги з періодично повторюваними поперечними відгалуженнями; кількість шпор на одному кільці – 40 шт.

Діапазон контактної площі швелерного котка з ґрунтом – 55-70 %; форма епюри ущільнення окремого кільця – суцільна поздовжня широка смуга; величина, розмір і стабільність епюри ущільнення залежать від інтенсивності налипання землі в просторі між полицями і зміни залежних від цього геометричних розмірів.

Умови випробувань були характерними для зони Лісостепу України і характеризувались такими показниками: вологість ґрунту за шарами: 0-6 см – 15,9 %; 6-10 см – 22,9 %; 10-14 см – 23,1 %; щільність ґрунту за шарами: 0-6 см – 1,08 г/см³; 6-10

см – 1,18 г/см³; 10-14 см – 1,31 г/см³.

Режими роботи.

Котки встановлено на ґрунтообробному агрегаті передпосівного обробітку ґрунту Alligator 9 КМ з шириною захвату 9 м. Їх розміщено симетрично на секціях бічних крил: варіант 1 – коток шпорний; варіант 2 – коток швелерний (рис. 2).

Методи та засоби визначення показників основних критеріїв якості представлено на рисунках 3-5, їхнє графічне відображення – на рисунках 6-9.



Рисунок 3 – Визначення ущільнення ґрунту методом падаючого конуса

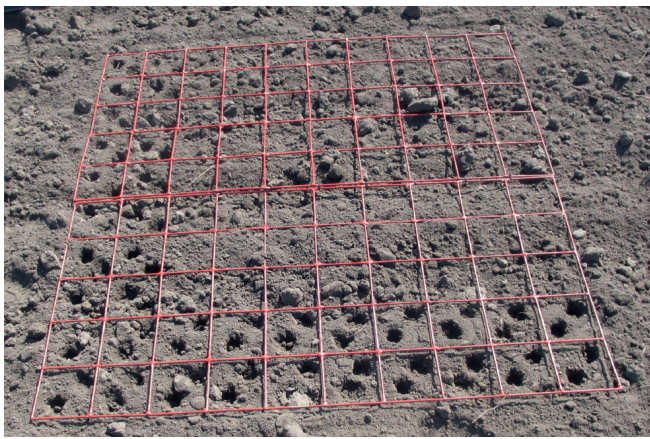


Рисунок 4 – Матриця для визначення ущільнення ґрунту в поздовжньому та поперечному напрямках роботи котка



Рисунок 5 – Пристрій для визначення пошарової щільності

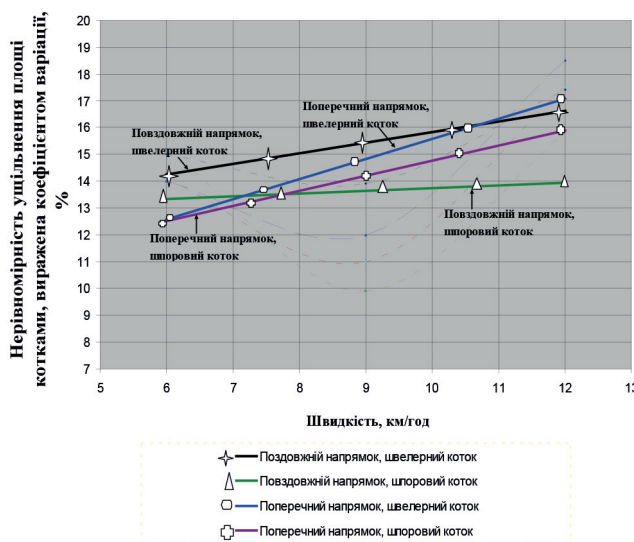


Рисунок 6 – Залежність нерівномірності ущільнення площі котками від швидкості руху

Узагальнення результатів випробувань:
Конструкційно, залежно від глибини входження в ґрунт і ступеня залипання, швелерний коток має в 1,7-3 рази більшу

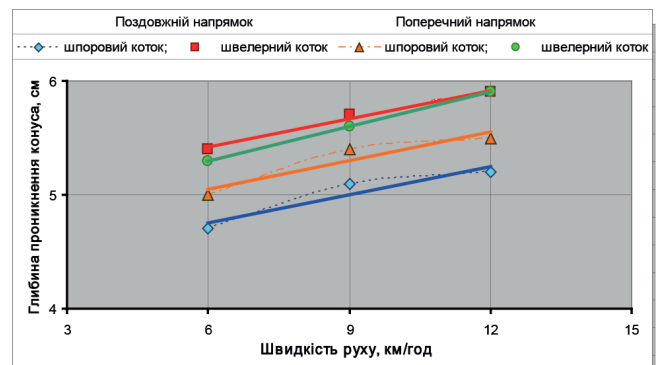


Рисунок 7 – Залежність глибини проникнення конуса в ґрунт від швидкості руху

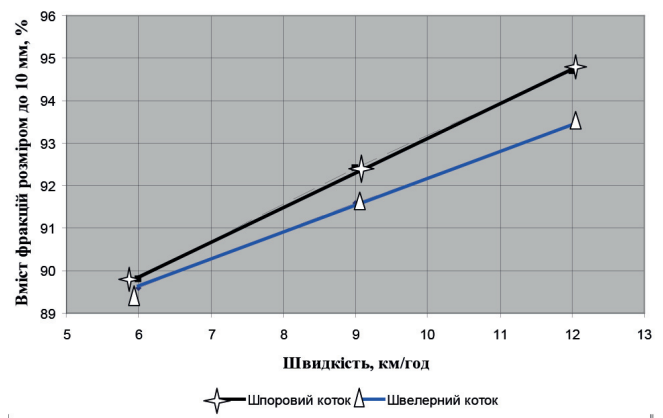


Рисунок 8 – Залежність зміни вмісту фракцій розміром до 10 мм від швидкості руху

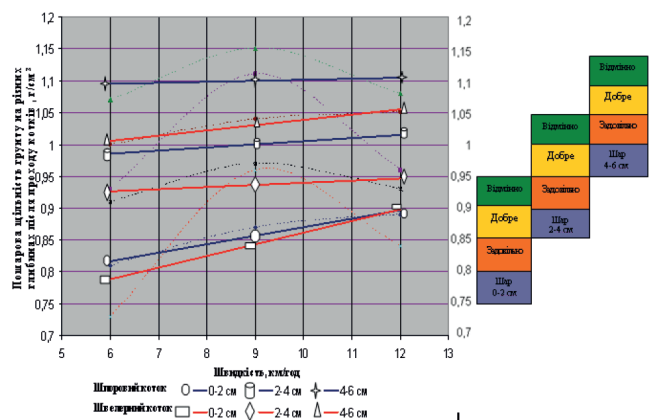


Рисунок 9 – Залежність пошарової щільності ґрунту від швидкості руху

площу контакту, ніж шпорний. Питоме навантаження швелерного котка на метр ширини захвату порівняно зі шпорним є меншим на 40 %.

За результатами випробувань методом падаючого конуса, якість ущільнення ґрунтової площі, яка виражена коефіцієнтом варіації, у шпорного котка є кращою, що обумовлено меншими зна-

ченнями оцінюваного критерія. Зокрема, в поздовжньому напрямку в діапазоні швидкостей 6-12 км/год — в 1,1-1,2 раза, в поперечному — в 0-1,1 раза (рис. 6). З ростом швидкості від 6 км/год до 12 км/год величина ущільнень ґрунту кожним з котків зменшується на 10 % (рис. 7), причому шпорний коток тисне на ґрунт в 1,1 рази інтенсивніше. Одночасно це сприяє кращому подрібненню грудок і формуванню більш рівномірного співвідношення розміру фракцій. Отже, з ростом швидкості 6-9-12 км/год шпорний коток формує більшу кількість агрономічно цінних фракцій діаметром до 10 мм на 0,2 %, 0,8 %, 1,3 % порівняно зі швелерним (рис. 8). До цього вміст грудок розміром понад 50 мм у шпорного котка порівняно зі швелерним зменшується на 0,5 %; 0,6 %; 0,7 % відповідно.

За результатами випробувань методом оцінювання пошарової щільності (рис. 9), обидва котки забезпечують ущільнення в шарах 0-2 см; 2-4 см та 4-6 см з показниками 0,77-1,1 г/см³. За цих умов величина ущільнень шпорним і швелерним котками на глибині 0-2 см, в пухкому надрасінному шарі, в інтервалі швидкостей 9-12 км/год коливається в межах 0,8-0,9 г/см³, збільшується на 13 % і, за фаховим оцінюванням, сягає прийнятних значень.

У шарі 2-4 см, який є зоною розміщення насіння, показники ущільнень швелерним котком змінюються в інтервалі швидкостей в межах 0,92-0,95 г/см³ і наближаються, за фаховим оцінюванням, до прийнятних значень. Водночас шпорний коток ущільнює цей шар на аналогічних швидкостях більш стабільно на рівні 0,98-1,02 г/см³, що є наближенням до відмінних значень.

У шарі 4-6 см в інтервалі швидкостей 6-12 км/год показники щільності для обох котків лежать в межах 1,0-1,1 г/см³, що для шпорного котка є відмінними значеннями, а для швелерного — хорошими, причому шпорний коток з ростом швидкості ущільнює ґрунт у цьому шарі більш стабільно, ніж швелерний.

Особлива думка. У рамках цього випро-

бування, за вологості ґрунту 15,9-23,1 %, відмічалась більша інтенсивність залипання швелерного котка порівняно зі шпорним, що спостерігалось на ґрунтовій поверхні періодичною появою грудок як фрагментів відколотого з міжполицевого простору швелера сегментів ґрунтового кільця, що певною мірою погіршувало естетичний вигляд обробленого фону. Водночас, як свідчить досвід фахівців, за більшої вологості ґрунту (до 27 %) швелерний коток краще пристосований до самоочищення, що є його перевагою під час роботи на ранніх стадіях весняно-польових робіт.

Висновки.

1. Використання опції шпорного котка у передпосівному обробітку забезпечує порівняно зі швелерним якіснішу фінішну дію на ґрунт у ланцюгу робочих органів, основними з яких є лапи, і створює в посівному шарі оптимальні показники щільності, збереження та підтягування вологи.

2. Швелерний коток доцільно застосовувати на операціях лушення, поверхневого парового та напівпарового обробітків ґрунту.

Література

1. Вікіпедія. Коток польовий.
2. Кравчук В., Погорілий В., Шустік Л. Новітні техніко-технологічні рішення для різних систем обробітку ґрунту і сівби при вирощуванні зернових культур: «Проект Агро-Олімп 150»/ Журнал «Техніка і технології АПК» № 1. 2009 — С. 22-27.
3. Проспект фірми Amazone. Лінійка продукції, 2019.
4. Артеменко Д. Прикочувальні котки сівалок, конструкційні переваги, недоліки та перспективи розвитку/ Пропозиція. №9, 2018
5. Голубев В.В. Обоснование параметров и режимов работ почвообрабатывающего катка для передпосевной обработки почвы под мелкозерновые культуры /Авторы. дисс. канд. техн. наук. — М., 2004.

Literature

1. Wikipedia. Field roller.
2. Kravchuk V., Pogorely V., Shustik L. The latest technical and technological solutions for different systems of soil cultivation and sowing in growing crops: «Agro-Olympus 150 Project» / Journal of APC Engineering and Technology № 1. 2009 - С . 22-27.
3. The prospectus of Amazone. 2019 line.
4. Artemenko D. attachment of seeder rollers, structural advantages, disadvantages and prospects of development / Magazine «Suggestion» №9, 2018
5. Golubev VV Substantiation of parameters and modes of work of soil tillage roller for pre-sowing tillage for small seed crops / Author's abstract. diss. Cand. tech. Sciences. - M., 2004.

Literatura

1. Vikipedija. Kotok pol'ovij.
2. Kravchuk V., Pogorilyj V., Shustik L. Novitni tehniko-tehnologichni rishennja dlja riznyh system obrobittu gruntu i sivby pry vyroshhuvanni zernovyh kul'tur: «Proekt Agro-Olimp 150»/ Zhurnal «Tehnika i tehnologii' APK» № 1. 2009 – S. 22-27.
3. Prospekt firmy Amazone. Linijka produkcii', 2019.
4. Artemenko D. Prykochuval'ni kotky sivalok, konstrukcijni perevagy, nedoliky ta perspektyvy rozvytku/ Propozycja. №9, 2018
5. Golubev V.V. Obosnovanye parametrov y rezhymov rabot pochvoobrabatyvajushhego katka dlja peredposevnoj obrabotky pochvy pod melkosemjannye kul'tury /Avtoref. dyss. kand. tehn. nauk. – M., 2004.

UDC 631.33.024

COMPARATIVE ANALYSIS OF PACKING ROLLERS OF DIFFERENT STRUCTURES MANUFACTURED BY LLC ROPA-UKRAINE AND EXPERT EVALUATION OF THEIR IMPACT ON SOIL

Shustik L., cand. of tech. scs,

e-mail: shustik@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-2413-935X>

Stepchenko S.,

e-mail: stepchenko_s@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-2808-9644>

Nilova N.,

e-mail: nilova-n@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-5514-2338>

Sidorenko S.,

e-mail : silviya20@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-5046-117X>

DNU «L. Pogorilyy UkrNDIPVT»

Summary

In the article the results of researches of features of work of rolling rollers of various designs (in particular, channel and spur) and their influence on soil compaction are highlighted, dependences of physical quantities of soil on speed of movement are given.

The purpose - comparison, based on express methods and expert evaluation, the quality of work of channel and spur rollers and the choice of rational speed mode. According to the criterion of uniformity of compaction of the area, content of agronomically valuable fractions and layer density.

Research methods - field experiment, organoleptic observations, instrumental measurements: falling cone method, device for determining the layer density; expert comparison and evaluation.

Results. Field tests of the Alligator 9 KM cultivator complete with roller skating rinks of various designs showed their advantages and disadvantages in the process. Expert analysis of the quality of the work of the skating rinks allowed us to determine the nomenclature of the soil compaction evaluation criteria, rational speed modes of their achievement.

Conclusions. According to the results of tests by the method of falling cone, the quality of soil compaction with a spur roller is better, this is due to the smaller values of the criterion evaluated. With the increase of speed from 6 km / h to 12 km / h, the value of soil compaction by each roller is reduced by 10%, while the spur roller presses on the soil 1.1 times more intensive, which contributes to better grinding of lumps and formation of a more even ratio of size of fractions. In this case, the content of lumps larger than 50 mm in the spur roller compared to the channel roller is reduced by 0.5-0.7%.

According to the results of the tests by the method of layer density estimation, the spur and channel rollers provide compaction in the 0-6 cm layer with indicators of 0.77 ... 1.1 g / cm³ (optimum soil density of 1.1-1.3 g / cm³). The value of soil compaction by rollers in the loose layer above the laid seeds 0-2 cm in the range of speeds 9-12 km / h ranges from 0.8-0.9 g / cm³.

In the area of seed placement (2-4 cm), the seal indices of the roller roller change in the speed range within 0.92-0.95 g / cm³. At the same time, the spur roller compacts this layer at similar speeds more steadily at the level of 0.98-1.02 g / cm³.

In the layer of 4-6 cm in the speed range of 6-12 km / h, the density indices for both rollers lie in the range of 1.0 ... 1.1 g / cm³, and the speed roller compacts the soil in this layer more steadily with increasing speed. than the channel.

Keywords: soil, seals, seedbed cultivator, roller, channel, spur.

УДК 631.33.024

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИКАТЫВАЮЩИХ КАТКОВ РАЗНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРОИЗВОДСТВА ООО «РОПА-УКРАИНА» И ЭКСПЕРТНАЯ ОЦЕНКА ИХ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОЧВУ

Шустик Л., канд. техн. наук,

e-mail: shustik@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-2413-935X>

Степченко С.,

e-mail: stepchenko_s@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-2808-9644>

Нилова Н.,

e-mail: nilova-n@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-5514-2338>

Сидоренко С.,

e-mail: silviya20@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-5046-117X>

ГНУ «УкрНИИПИТ им. Л. Погорелого»

Аннотация

В статье освещены результаты исследований особенностей работы прикатывающих катков различных конструкций (в частности, швеллерного и шпорового) и их влияние на уплотнение почвы, приведены зависимости физических величин почвы от скорости движения.

Цель – сравнение, на основе экспресс-методов и экспертной оценки, качества работы швеллерного

и шпорового катков и выбор рационального скоростного режима. По критерию равномерности уплотнения площади, содержания агрономично ценных фракций и послойной плотности.

Методы исследований - полевой эксперимент, органолептические наблюдения, инструментальные измерения: метод падающего конуса, устройство для определения послойной плотности; экспертное сравнение и оценки.

Результаты. Полевые испытания культиватора Alligator 9 KM в комплектации с прикатывающими катками различной конструкции показали их преимущества и недостатки при выполнении технологического процесса. Экспертный анализ качества работы катков позволил определить номенклатуру критериев оценки уплотнения почвы, рациональные скоростные режимы их достижения.

Выводы. По результатам испытаний методом падающего конуса, качество уплотнения грунтовой площади шпоровым катком лучше, это обусловлено меньшими значениями оцениваемого критерия. С повышением скорости от 6 км / ч до 12 км / ч величина уплотнения почвы каждым из катков уменьшается на 10%, при этом шпоровый каток давит на грунт в 1,1 раза интенсивнее, что способствует лучшему измельчению комков и формированию более равномерного соотношения размера фракций. При этом содержание комков размером более 50 мм у шпорового катка по сравнению с швеллерным уменьшается на 0,5 0,7%.

По результатам испытаний методом оценки послойной плотности шпоровый и швеллерный катки обеспечивают уплотнение в слое 0-6 см с показателями 0,77 ... 1,1 г / см³ (оптимальная плотность почвы 1,1-1,3 г / см³). При этом величина уплотнения почвы катками в разрыхленном слое выше уложенных семян 0-2 см в интервале скоростей 9-12 км / ч колеблется в пределах 0,8-0,9 г / см³.

В зоне размещения семян (2-4 см) показатели уплотнения швеллерным катком меняются в интервале скоростей в пределах 0,92-0,95 г / см³. В то же время шпоровый каток уплотняет этот слой на аналогичных скоростях более стабильно на уровне 0,98-1,02 г / см³.

В слое 4-6 см в интервале скоростей 6-12 км / ч показатели плотности для обоих катков лежат в пределах 1,0 ... 1,1 г / см³, причем шпоровый каток с повышением скорости уплотняет почву в данном слое более стабильно, чем швеллерный.

Ключевые слова: почва, уплотнения, культиватор предпосевной, каток, швеллерную, шпоровый