

На правах рукописи



ЛУЧКОВА ИННА ВАСИЛЬЕВНА

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КАТКА КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНОЙ
МАШИНЫ**

Специальность 05.20.01 Технологии и средства механизации сельского
хозяйства

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Рязань - 2021

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» (ФГБОУ ВО РГАТУ)

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор

Борычев Сергей Николаевич

Официальные оппоненты: **Гаджиев Парвиз Имранович**, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный заочный университет», профессор кафедры эксплуатации и технического сервиса машин

Купряшкин Владимир Федорович, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва», заведующий кафедрой мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных машин им. профессора А.И. Лещанкина

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

Защита диссертации состоится «21» декабря 2021 года в 10.00 часов на заседании диссертационного совета Д 220.057.03 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» по адресу 390044, Рязанская область, г. Рязань, ул. Костычева, д.1, зал заседаний диссертационного совета

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО РГАТУ, на сайте: www.rgatu.ru, с авторефератом – на сайте Высшей аттестационной комиссии Министерства науки и высшего образования Российской Федерации <https://vak.minobrnauki.gov.ru>

Автореферат разослан « » _____ 2021 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
доктор технических наук, доцент



Юхин И.А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Картофелеуборочные машины непрерывно изменяются в сторону уменьшения затрат человеческого труда и увеличения количества автоматизированных процессов, сопровождающихся комбинированием технических средств. Как правило, при механизированной уборке картофеля на суглинистых почвах при высыхании после осадков образуются почвенная корка, которая при разрушении дает комки размерами с клубень. Так как данные почвенные комки не отсеиваются во время сепарации, то попадая в бункер засоряют картофельный ворох, поэтому разрушение почвенных комков актуально при уборке картофелеуборочными машинами.

Многолетними исследованиями авторов установлено, что в таких условиях наиболее эффективна конструкция передней части комбайна с копирующими рядку комкоразрушающими катками, поэтому необходимо проводить исследования в этой области с разработкой их новых конструкций, что позволит повысить технико-экономический эффект использования картофелеуборочных машин.

Степень разработанности темы. Основные положения по применению копирующих комкоразрушающих рабочих органов в уборочных машинах и исследования процессов разрушения катками почвенных комков в рядке изложены в известных трудах Н.Г. Байбобоева, Л.П. Безрукого, П.К. Белевича, А.И. Бойко, С.Н. Борычева, Н.В. Бышова, П.И. Гаджиева, А.П. Дорохова, В.Ф. Купряшкина, Г.Д. Петрова, А.В. Сибирёва, А.А. Сорокина, И.А. Успенского и других авторов.

Диссертация выполнена в рамках НИР ФГБОУ ВО РГАТУ по теме 3 «Совершенствование технологий, средств механизации, электрификации и технического сервиса в сельскохозяйственном производстве» подраздел 3.2.1 «Совершенствование технологий, разработка и повышение надежности технических средств уборки, транспортирования и хранения картофеля в условиях сельскохозяйственных предприятий Рязанской области».

Цель исследований – разрушение почвенных комков и улучшения сепарации в картофелеуборочной машине.

В соответствии с поставленной целью были сформулированы задачи исследований:

- провести анализ исследований применения катков на картофелеуборочной машине;
- теоретически обосновать параметры катка картофелеуборочной машины;
- экспериментально уточнить параметры катка картофелеуборочной машины;

- исследовать в полевых условиях работу картофелеуборочной машины с усовершенствованным катком;
- оценить технико-экономический эффект внедрения усовершенствованного катка картофелеуборочной машины.

Объект исследования – процесс разрушения почвенных комков катком.

Предмет исследования – закономерности процесса разрушения почвенных комков катком.

Научную новизну работы составляют:

- теоретическая зависимость, устанавливающая связь между глубиной погружения, количеством колец и вертикальной нагрузкой катка;
- аналитическая зависимость влияния количества колец катка и влажности почвы на разрушение почвенных комков.

Теоретическая значимость. Установлены теоретические и экспериментальные зависимости, позволяющие определить рациональные параметры катка картофелеуборочной машины.

Практическую ценность работы составляют параметры катка картофелеуборочной машины.

Методология и методы исследования. Основой диссертационного исследования является обобщение известных научных теоретических результатов, которые использовались для совершенствования катка картофелеуборочной машины.

Обоснование параметров катка проводилось по известным и частным методикам с использованием пакетов программ «Microsoft Office», «T-flex cad», «MathCAD v14.0», «STATISTICA 10».

Положения, выносимые на защиту:

- теоретические исследования процесса взаимодействия катка с почвой;
- результаты лабораторно-полевых исследований картофелеуборочной машины с катком;
- технико-экономическое обоснование эффективности внедрения катка картофелеуборочной машины.

Достоверность результатов исследований. При проведении лабораторных и хозяйственных исследований использовались современные методики, приборы и установки. Применялись ГОСТ 20915-2011, ГОСТ 23493-79, ГОСТ 24055-2016, ГОСТ 28268-89, ГОСТ 34393-2018. ГОСТ Р 54781-2011.

Результаты теоретических исследований в достаточной мере согласуются с полученными экспериментальными данными (расхождение не более 5%). Результаты, полученные в ходе выполнения работы, согласуются с результатами, опубликованными в независимых источниках по тематике исследования, и прошли апробацию в печати, на международных и

всероссийских научно-практических конференциях, конкурсах.

Реализация результатов исследований. Результаты исследований получены при испытаниях в ООО «Солнечные луга» Луховицкого района Московской области и ООО «Веряя» Клепиковского района Рязанской области.

Вклад автора в решение поставленных задач состоит в разработке и формулировании цели работы, в проведении теоретических и экспериментальных исследований по определению параметров катка. При этом автору принадлежит участие в постановке задач исследований, непосредственное проведение теоретических исследований и экспериментов по обоснованию параметров усовершенствованного катка, обработка результатов и их интерпретация, участие в написании статей и выводов по ним.

Апробация результатов. Основные положения и результаты исследований доложены и обсуждены на всероссийских и международных научных конференциях ФГБОУ ВО РГАТУ им. П.А. Костычева (2018-2021 гг.), III национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием «Теория и практика современной аграрной науки», проводимой Новосибирским государственным аграрным университетом; бронзовая медаль за проект «Опорный каток картофелеуборочного комбайна» XXIII Московского международного Салона изобретений и инновационных технологий «Архимед 2020».

Публикации. По теме диссертационной работы опубликовано 7 печатных работ, в том числе 2 – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ для публикации результатов диссертационных работ на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук, получено 2 патента РФ на полезную модель. Объем публикаций составляет 2,69 п.л., из которых 1,68 п.л. принадлежит лично соискателю.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованных источников из 114 наименований и приложений. Работа изложена на 124 страницах, содержит 34 рисунка, 34 таблицы и 4 приложения.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулирована цель исследований. Отражены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе «Современное состояние и тенденции развития средств уборки картофеля» на основании проведенного обзора сформулированы задачи исследования:

- провести анализ исследований применения катков на картофелеуборочной машине;
- теоретически обосновать параметры катка картофелеуборочной машины;

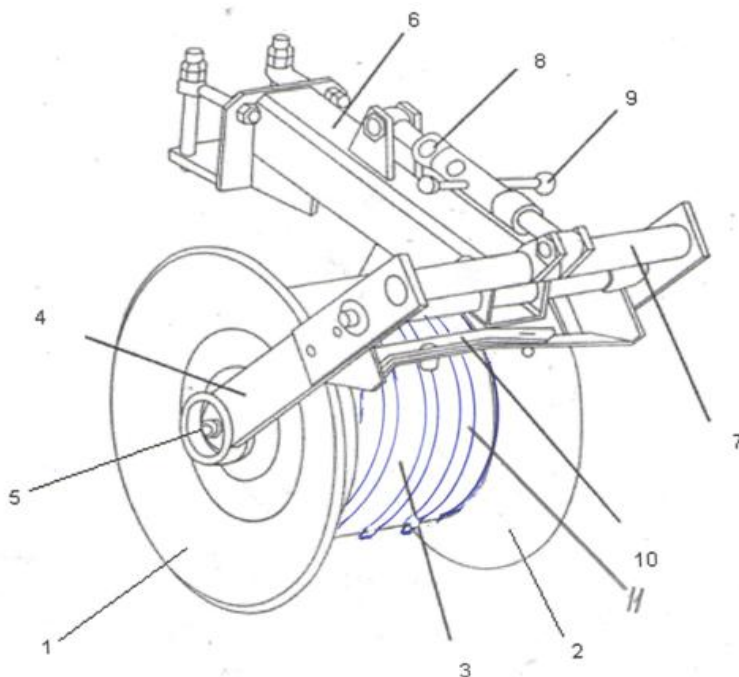
- экспериментально уточнить параметры катка картофелеуборочной машины;
- исследовать в полевых условиях работу картофелеуборочной машины с усовершенствованным катком;
- оценить технико-экономический эффект внедрения усовершенствованного катка картофелеуборочной машины.

Изучение двух ключевых факторов производства картофеля (посевные площади и урожайность), а также детерминированный факторный метод анализа мультипликативной модели валового сбора показали перспективность использования высокопродуктивных сортов, внедрение интенсивных технологий возделывания картофеля, современных и усовершенствованных технических средств при его уборке.

Проведенный анализ известных научно-технических источников продемонстрировал преимущества и недостатки существующих катков картофелеуборочных машин.

Во второй главе «Теоретические исследования совершенствования катка картофелеуборочной машины» на основании теоретических исследований была разработана конструктивно-технологическая схема катка и проведен анализ сил, действующих на него.

На рисунке 1 схематично изображен модернизированный каток картофелеуборочного комбайна.



1,2 - полые усеченные конусы; 3 - цилиндрическая часть в виде барабана; 4 - боковины; 5 - подшипниковые опоры; 6 - кронштейн; 7 - шарнирная рама; 8 - регулировочный механизм; 9 - рукоятка; 10 - чистик; 11 - кольца.

Рисунок 1 - Каток картофелеуборочного комбайна ККР-2 (модернизированный)

При работе картофелеуборочного комбайна два полых усеченных конуса 1 и 2 обжимают клубненосный пласт и вместе с цилиндрической частью в виде барабана 3 разрушают почвенные комки. При этом каток, закрепленный на боковинах 4 с подшипниковыми опорами 5 вращается. Почва, которая налипает на цилиндрическую часть 3 и усеченные конуса, удаляются чистиками 10. Кольца 11, образованные полукольцами, разрушают почвенные комки клубненосного пласта.

На основе теоретического анализа были получены зависимости с использованием расчетной схемы (рисунок 2).

Как показывают исследования усилие, которое необходимо приложить к центру катка для его равномерного качения, с учетом сил трения определяется по формуле:

$$P = 2kBr^2(1 - \cos\theta_{max})^2 = 2kh^2B, \quad (1)$$

где B -ширина катка, м; h -глубина колеи, м; θ_{max} -максимальный угол контакта катка с почвой по всей глубине колеи; r -радиус катка, м; k -коэффициент объемного смятия почвы, Н/м³.

Кроме усилия P на каток действует и вертикальная нагрузка Q , которая также определена с учетом сил трения по формуле:

$$Q = kBr^2(1 - \cos\theta_{max})\sin\theta_{max} = kBh\sqrt{2rh - h^2}. \quad (2)$$

Установка колец на каток, позволяет разбить его поверхность на отдельные секции, соответственно на каждую секцию будет приходиться усилие, определяемое по формулам (1) и (2).

Тогда общее усилие, действующее на опорный каток можно представить:

$$P = \sum_{i=1}^n 2kh^2 B_i, \quad (3)$$

где n - количество секций, шт.; B_j -ширина j -ой секции, м.

Вертикальная нагрузка:

$$Q = \sum_{i=1}^m Q_{ki} = \sum_{i=1}^m kB_i h \sqrt{2r_i h_i - h_i^2} \quad (4)$$

Аналогично на поверхности катка с установкой кольца, действуют усилия:

$$P_k = \sum_{i=1}^m P_{ki} = \sum_{i=1}^m 2k b_i r_i^2 (1 - \cos\theta_{max})^2 = \sum_{i=1}^m 2k h_i^2 b_i, \quad (5)$$

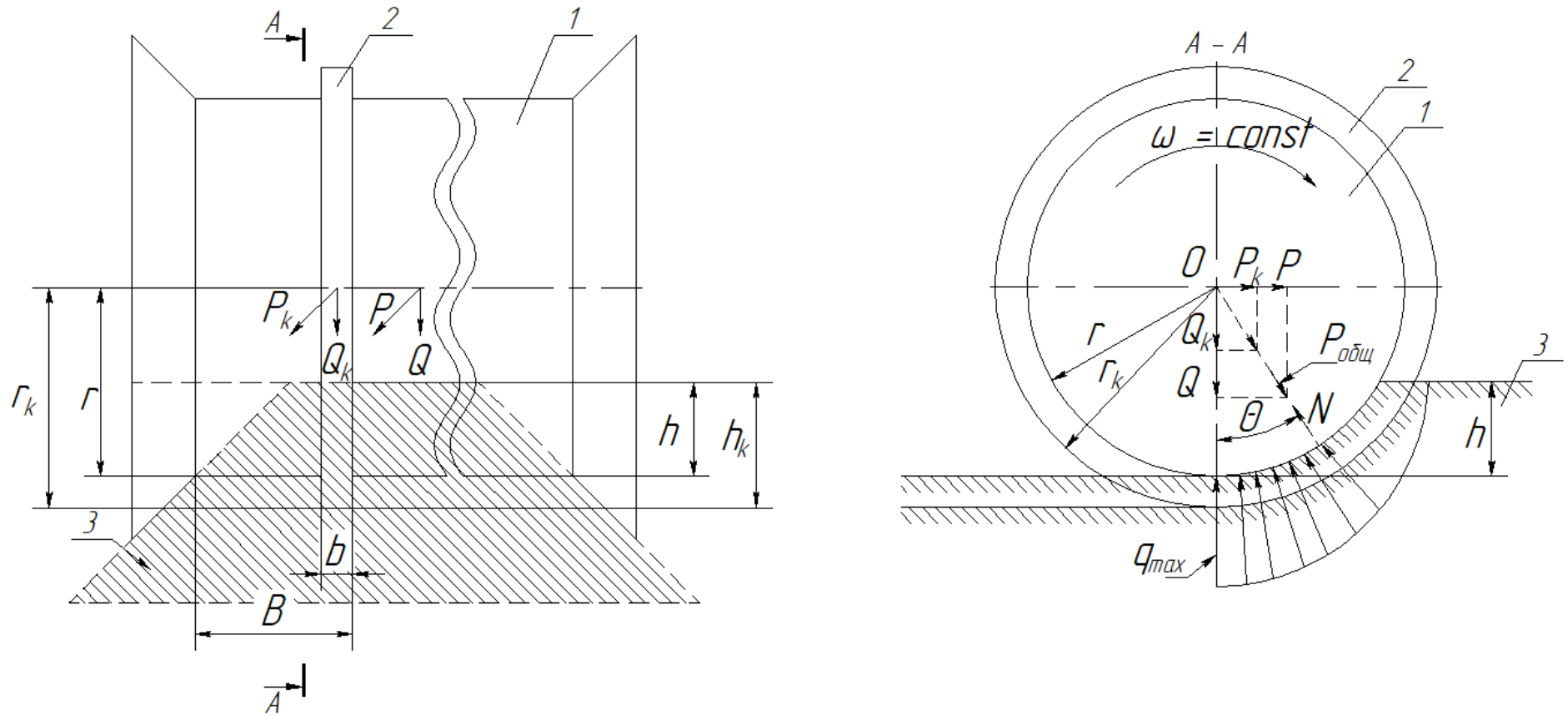
где m -количество колец, шт; h_j -глубина колец, с учетом кольца, м; r_k -радиус кольца, м; b_j -ширина кольца, м.

$$Q_k = \sum_{i=1}^m Q_{ki} = \sum_{i=1}^m k b_i r_i^2 (1 - \cos\theta_{max}) \sin\theta_{max} = k b_i h_i \sqrt{2r_i h_i - h_i^2} \quad (6)$$

С учетом вышеперечисленных зависимостей, определяем суммарное усилие, действующее на конструкцию катка:

$$P_{сум} = P + P_k = \sum_{i=1}^n P_i + \sum_{i=1}^m P_{ki} = \sum_{i=1}^n 2kh^2 B_i + \sum_{i=1}^m 2kh_i^2 b_i. \quad (7)$$

Также установка количества колец увеличивает количество секций на единицу, приведем все параметры к одной величине, разделив зависимость (7) на h_j и B_j :



1 – цилиндрическая часть; 2 – кольцо; 3 – почвенный канал

Рисунок 2–Расчетная схема катка на почве: Q – вертикальное усилие; Q_k – вертикальное усилие кольца катка; P – горизонтальное усилие; P_k – горизонтальное усилие кольца катка; $P_{общ}$ – общее усилие катка на почву; N – сила нормального давления почвы; r – радиус катка; r_k – радиус катка с кольцом; h – глубина колеи, h_k – глубина колеи от катка с кольцом; θ – угол приложения нагрузки; q_{max} – удельная нагрузка; ω – угловая скорость

$$P_{\text{сум}} = 2kh^2(1 + \alpha^2)(m + 1)B_i(1 + \beta), \quad (8)$$

где $\alpha = \frac{h_i}{h}, \beta = \frac{b_i}{B_i}$

Аналогично определим вертикальное усилие.

$$Q_{\text{сум}} = Q + Q_n =$$

$$\sum_{i=1}^n Q_i + \sum_{i=1}^m Q_{ki} = \sum_{i=1}^n kB_i h \sqrt{2rh - h^2} + \sum_{i=1}^m k b_i h_i \sqrt{2r_i h_i - h_i^2} =$$

$$kh \sqrt{2rh - h^2} (\gamma + 1) (m + 1) B_i (1 + \beta), \quad (9)$$

$$\text{где } \gamma = \frac{h_i \sqrt{2r_i h_i - h_i^2}}{h \sqrt{2rh - h^2}}.$$

Используя совместно выражения (8) и (9) и формулу Горячкина-Грандвуане определяем глубину колеи:

$$h = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{k^2 B_i^2 (1 + \beta) D (1 + \varepsilon) (m + 1)}}, \quad (10)$$

где $D = 2r$ – диаметр катка, м; $\varepsilon = \frac{D_i}{D}$ – соотношение диаметров кольца и катка; $D_i = 2r_i$ – диаметр кольца.

На основании формулы 10 в программе MathCAD проведем исследование глубины колеи катка от вертикального усилия и количества установленных колец (рисунок 3).

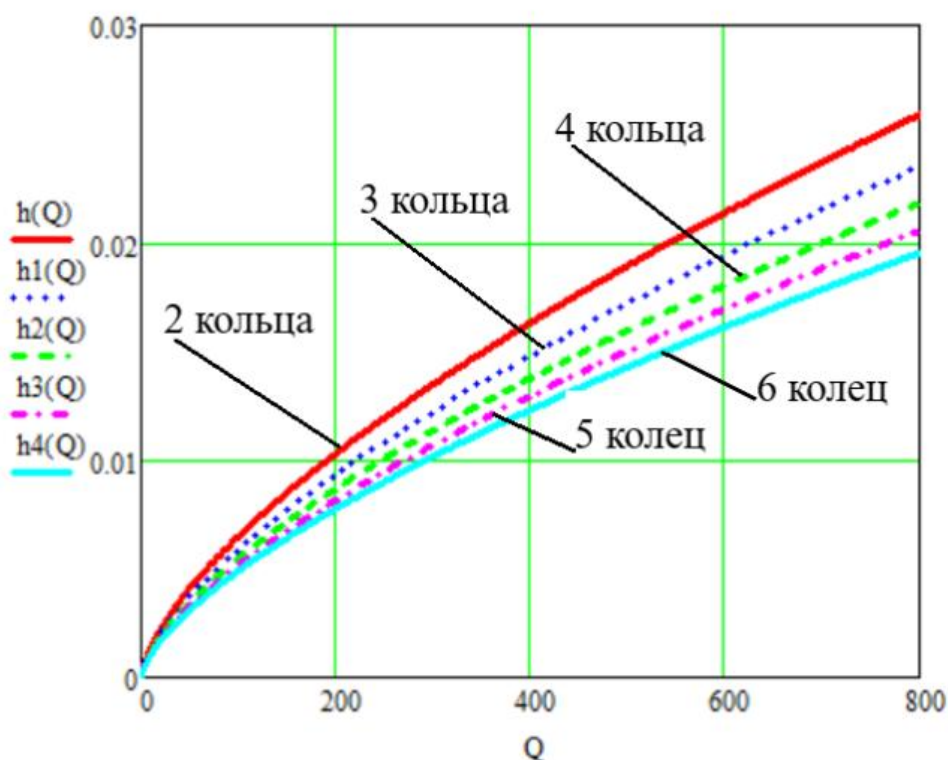


Рисунок 3 – Зависимость глубины колеи катка от вертикального усилия и количества установленных колец

Анализ зависимости показывает, что с увеличением нагрузки на каток и уменьшением количества колец на катке увеличиваются колея (вдавливание катка в почву) и воздействие на почвенные комки.

В третьей главе «Лабораторные исследования катка картофелеуборочной машины» рассмотрена программа лабораторных исследований, состоящая из трех этапов.

Экспериментальная установка на почвенном канале (1) позволяет исследовать процессы работы катка картофелеуборочного комбайна ККР-2 (5). Каток прикреплен к тележке (3) при помощи навески (4), находящейся перед ним. В движение тележка приводится при помощи лебедки и троса, на котором крепится динамометр (2) (рис. 4).



1 – почвенный канал; 2 – тяговый динамометр; 3 – подвижная тележка; 4 – навеска; 5 – каток.

Рисунок 4–Общий вид лабораторной установки

Исследование взаимодействия копирующего катка с почвой проводили согласно ГОСТ 24055-2016. Экспериментальный рабочий орган испытывался при различной влажности почвы и с изменяющимся количеством колец. Для обработки полученных данных экспериментальных исследований на почвенном канале опорно-копирующего комразрушающего катка была использована программа STATISTICA 10. Полученное уравнение регрессии выражает зависимость удельного веса крупных агрегатов почвы от влажности почвы и количества колец, закрепленных на цилиндрической части катка. Адекватность полученной модели характеризуется высоким коэффициентом детерминации

$R^2 = 0,89$.

$$Y_{\text{кк}} = 74,616 + 3,8856 * V - 51,234 * n - 0,1411 * V * V + 0,1925 * V * n + 7,5517 * n * n, \quad (11)$$

где $Y_{\text{кк}}$ – удельный вес крупной почвы, %

V – влажность почвы, %

n – количество колец на катке, шт.

По результатам исследования данных в программе STATISTICA 10 была построена поверхность отклика варьируемых факторов (рис. 5).

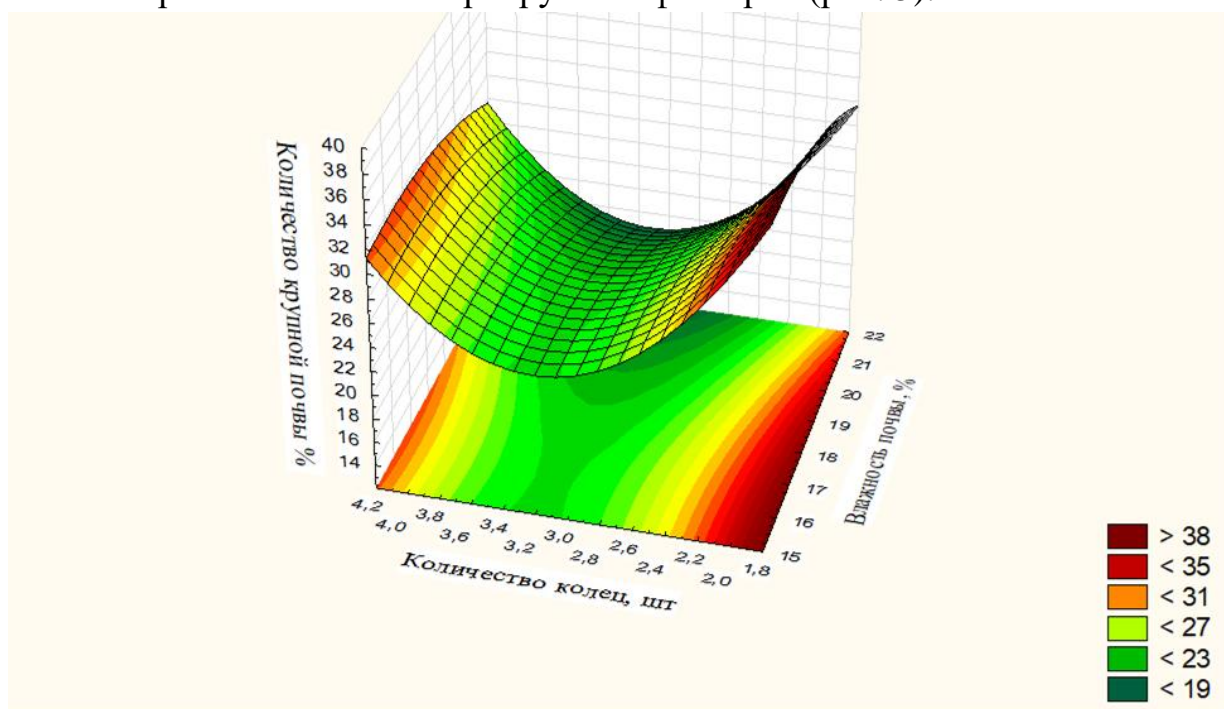


Рисунок 5 – График зависимости удельного веса крупных агрегатов почвы от влажности почвы и количества колец, закрепленных на цилиндрической части катка

Экспериментально определено, что наименьшее количество почвенных комков $Y_{\text{кк}} = 24,17\%$ достигается при установке 3-х колец на цилиндрической части катка и влажности почвы 16%.

В четвертой главе «Хозяйственные испытания модернизированного картофелеуборочного комбайна с усовершенствованным катком» рассмотрена программа полевых исследований и их результаты.

Исследования проводились в ООО «Солнечные луга» Луховицкого района Московской области (ККР-2) и ООО «Верея» Клепиковского района Рязанской области (GRIMME SE 150-60).

Испытания полунавесного картофелеуборочного комбайна ККР-2 и GRIMME SE 150-60 проводились с целью проверки эффективности работы усовершенствованного катка с кольцами по сравнению с серийной комплектацией (рис.6, 7).



1 2

1 – кольцо, 2 – каток.

Рисунок 6 - Общий вид серийного и усовершенствованного катка с кольцами комбайна ККР – 2



1 2

1 – кольцо, 2 – каток.

Рисунок 7 - Общий вид серийного и усовершенствованного картофелеуборочного комбайна GRIMME SE 150-60

Результаты хозяйственных испытаний усовершенствованного картофелеуборочного комбайна подтвердили результаты ранее проведенных теоретических и лабораторных исследований, в том числе эффективность разработанного катка по сравнению с серийным аналогом (таблица 1).

Апробация усовершенствованного катка картофелеуборочного комбайна показала положительные результаты.

Установлено снижение количества почвенных комков в 1,60 раза при работе ККР-2М и в 1,57 раза при работе GRIMME SE 150-60М. Также процент потерь снизился на 0,3%; повреждения клубней уменьшились на 0,22% по ККР-2М; по GRIMME SE 150-60 процент потерь снизился на 0,15%; повреждения клубней уменьшились на 0,17%.

Таблица 1 - Результаты исследований серийного и модернизированного картофелеуборочного комбайна ККР-2, GRIMME SE 150-60

Наименование показателей	Картофелеуборочный комбайн			
	ККР-2		GRIMME SE 150-60	
	Серий- ный	Усовершен- ствованный	Серий- ный	Усовершен- ствованный
1. Сроки проведения испытаний	сентябрь – октябрь 2019 сентябрь – октябрь 2020		сентябрь – октябрь 2019 сентябрь – октябрь 2020	
2. Температура воздуха, °С	11 – 17°С		12 – 16°С	
3. Температура почвы на глубине залегания клубней, °С	9°С		9°С	
4. Рабочая скорость агрегата, км/ч	3,8	3,8	4,2	4,2
5. Полнота уборки клубней. %:				
5.1. Собрано в тару	96,7	97,0	96,9	97,05
5.2. Потери				
6. Состав вороха клубней:				
6.1. Клубни	94,6	96,1	95,8	97,0
6.2. Почвенные комки	4,2	2,7	3,3	2,1
6.3. Растительные остатки	1,2	1,2	0,9	0,9
7. Повреждения клубней, всего по массе, %:	3,71	3,49	3,62	3,45
7.1. Содрана кожура от 1/4 до 1/2 поверхности клубня	0,71	0,63	0,69	0,67
7.2. Содрана кожура более 1/2 поверхности клубня	-	-	-	-
7.3. Срезы мякоти глубиной более 5 мм	0,25	0,24	0,24	0,23
7.4. Трещины длиной более 20 мм	0,80	0,80	0,76	0,74
7.5. Раздавленные клубни	-	-	-	-
7.6. Резаные клубни	1,17	1,04	1,16	1,04
7.7. Потемнение мякоти от удара глубиной более 5 мм	0,78	0,78	0,77	0,77

В пятой главе «Экономическая оценка и результаты внедрения усовершенствованного картофелеуборочного комбайна» проведены технико-экономические исследования и оценка экономической эффективности внедрения картофелеуборочного комбайна с усовершенствованным катком. За исходные данные исследований усовершенствованной уборочной машины приняты агротехнические требования и показатели производительности комбайна ККР-2, а также нормативно-справочные материалы.

В целях усовершенствования картофелеуборочного комбайна ККР-2 путем модернизации катков опорных необходимы инвестиционные вложения в размере 73056 руб. При этом суммарный годовой экономический эффект от их использования составляет 16809,76 руб.

Таблица 2 – Годовой экономический эффект от применения усовершенствованной картофелеуборочной машины ККР-2 по сравнению с серийным вариантом

№ п/п	Наименование показателей	Обозначения	Единица измерения	Прибыль (+) / убыток (-)
				натуральные единицы
1	Экономический эффект в результате снижения / повышения затрат, в том числе на 1 га	Z_{YE}	руб.	-7965,61
		Z_{YEGA}	руб./га	-331,90
2	Экономический эффект в результате снижения / повышения потерь клубней, в том числе на 1 га	E_{pot}	руб.	17205,12
		E_{potGA}	руб./га	716,88
3	Экономический эффект в результате снижения / повышения повреждений клубней, в том числе на 1 га	$E_{повр}$	руб.	7570,25
		$E_{поврGA}$	руб./га	315,43
4	Суммарный экономический эффект, в том числе на 1 га	E_{sym}	руб.	16809,76
		E_{symga}	руб./га	700,41

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проведенный анализ известных научно-технических источников продемонстрировал значительное количество трудов, посвященных каткам картофелеуборочных машин. В современных условиях значение катков недооценено. Установлено, что катки картофелеуборочной машины способны улучшить разрушение почвенных комков, поэтому следует продолжить их модернизацию.

2. Теоретическими исследованиями установлена зависимость между нагрузкой и деформацией почвы (глубиной колеи) с учетом геометрических параметров катка и физико-механических свойств почвы. Анализ зависимости показал, что с увеличением нагрузки на каток и уменьшением количества колец на катке увеличивается воздействие на почвенные комки.

3. В процессе лабораторного эксперимента установлено, что для того, чтобы эффективность сепарации не была ниже 79%, а величина повреждений картофеля не более 1,3% окончательную высоту кольца принимаем 8 мм при количестве колец 3 штуки. Экспериментально определено, что наименьшее количество почвенных комков $Y_{кк} = 24,17\%$ достигается при установке 3 колец на цилиндрической части катка и влажности почвы 16%.

4. Установлено снижение количества почвенных комков в 1,60 раза при работе ККР-2М и в 1,57 раза при работе GRIMME SE 150-60-М.

5. Суммарный экономический эффект от внедрения усовершенствованного опорного катка составил 16809,76 руб. (24 га), в том

числе на 1 га 700,41 руб.

Рекомендации производству

Применение катков с установленными кольцами на картофелеуборочных комбайнах позволяют эффективно разрушать почвенные комки клубненосного пласта.

Перспективы дальнейшей разработки темы

В дальнейшей перспективе необходимо продолжить работу по совершенствованию механизмов копирования картофельных гряд с целью обеспечения оптимального давления катка на их гребень.

Положения диссертации и полученные результаты отражены в следующих основных публикациях:

Публикации в изданиях, рекомендуемых ВАК Минобрнауки России

1. Лучкова, И.В. Развитие картофелеуборочной техники и ее современные перспективы [Текст] / И.В. Лучкова, С.Н. Борячев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. - 2020. - № 2 (58). - С. 419-428.

2. Влияние отдельных элементов технологического процесса уборки и хранения картофеля на его сохранность [Текст] / И.В. Лучкова, Д.В. Колошеин, С.Н.Кульков, Н.В.Цыганов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2021. - № 169. - С. 110-123.

Патенты

3. Патент на полезную модель № 194510 РФ, А01D 33/00. Каток опорный картофелеуборочного комбайна [Текст] / И.В. Лучкова, Н.В. Бышов, С.Н. Борячев, В.Д. Липин, Д.В. Колошеин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО РГАТУ. – 2019126717; заявл. 23.08.2019; опубл.12.12.2019.

4. Патент на полезную модель № 203491 РФ, А01D 33/00. Опорный каток картофелеуборочного комбайна [Текст] / И.В. Лучкова, Н.В. Бышов, С.Н. Борячев, Р.В. Безносюк, Д.В. Колошеин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО РГАТУ. – 2020133542; заявл. 12.10.2020; опубл.07.04.2021.

Статьи в материалах конференций и других изданиях

5. Лучкова, И.В. Современное состояние картофелеводства в Рязанской области [Текст] / И.В. Лучкова // Сб.: Проблемы развития современного общества: Сборник научных статей 6-й Всероссийской национальной науч.-практ. конф. – Курск: ЮЗГУ, 2021. - С. 248-250.

6. Лучкова, И.В. Теоретические и экспериментальные исследования усовершенствованного катка картофелеуборочной машины / И.В. Лучкова // Инновации. Наука. Образование. - 2021. - № 43. - С. 1215-1219.[Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://innovjourn.ru/nomer/43-nomer/>

*Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать лазерная
Усл. печ. л. 1. Тираж 100 экз. Заказ №1493 подписано в печать 20.102021 г.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Рязанский государственный агротехнологический университет имени
П. А. Костычева»
390044, г. Рязань, ул. Костычева, 1
Отпечатано в издательстве учебной литературы
и учебно-методических пособий ФГБОУ ВО РГАТУ
390044, г. Рязань, ул. Костычева, 1*