

На правах рукописи



МОЛОКАНОВА ЛЮБОВЬ ОЛЕГОВНА

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВСТРЯХИВАТЕЛЯ
СЕПАРИРУЮЩЕГО ОРГАНА КАРТОФЕЛЕКОПАТЕЛЯ**

Специальность 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для
агропромышленного комплекса

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Рязань, 2025

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

Научный	доктор технических наук, профессор
руководитель:	Рембалович Георгий Константинович
Официальные	Гаджиев Парвиз Имранович,
оппоненты:	доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО Министерства сельского хозяйства Российской Федерации «Российский государственный университет народного хозяйства имени В.И. Вернадского», профессор кафедры технологического развития систем жизнеобеспечения сельских территорий Старовойтова Оксана Анатольевна, доктор сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха», главный научный сотрудник отдела агротехнологии
Ведущая	Федеральное государственное бюджетное научное
организация:	учреждение «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

Защита состоится «23» декабря 2025 г. в 10.00 часов на заседании диссертационного совета 35.2.031.01 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: <http://rgatu.ru/>, с авторефератом – на сайте Высшей аттестационной комиссии Министерства науки и высшего образования Российской Федерации <https://vak.gisnauka.ru/>

Автореферат разослан «___» _____ 2025 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета

доктор технических наук, профессор



Юхин И.А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования Картофель является одной из основных мировых сельскохозяйственных культур. В Российской Федерации значительная часть картофеля производится в личных подсобных и крестьянско-фермерских хозяйствах, и характеризуется небольшими площадями производства (до нескольких десятков га). В этих условиях важно применение современных средств механизации, а картофелекопатели как машины, выполняющие самую трудоемкую часть технологического процесса производства картофеля - уборку, являются важным элементом системы машин.

Для повышения эффективности работы картофелекопателей и других картофелеуборочных машин широко применяют встряхиватели сепарирующих органов различной конструкции. Их использование позволяет значительно улучшить сепарацию примесей от клубней, тем самым повысить качество продукции и производительность уборки. Современные сепарирующие органы картофелекопателя в благоприятных условиях обеспечивают выполнение технологического процесса в соответствии с агротехническими требованиями, но при ухудшении условий эффективность уборки снижается. Таким образом, обоснование параметров встряхивателей сепарирующего органа картофелекопателя является актуальной научно-технической задачей.

Степень разработанности темы. Различными исследователями, такими как: Баганц К., Байбобоев Н.Г., Бoryчев С.Н., Бреска Дж., Бышов Н.В., ван Кемпен Ф., Верещагин Н.И., Винкельман Дж., Гаджиев П.И., Дорохов А.С., Ерохин М.Н., Измаилов А.Ю., Колчин Н.Н., Костенко М.Ю., Кухмазов К.З., Ларюшин Н.П., Лобачевский Я.П., Макаров В.А., Паршков А.В., Петров Г.Д., Пономарев А.Г., Пшеченков К.А., Рембалович Г.К., Славкин В.И., Сорокин А.А., Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Сибирев А.В., Угланов М.Б., Успенский И.А., Чаткин М.Н., и др. было исследовано значительное количество технических решений сепарирующих органов, направленных на улучшение показателей работы картофелекопателей в сложных условиях. Но потенциал улучшения показателей работы картофелекопателей далеко не исчерпан. Таким образом, исследования, направленные на совершенствование сепарирующих рабочих органов картофелекопателей, являются актуальными и имеют большое научно-практическое значение.

Диссертационное исследование выполнено в рамках основных направлений научно-исследовательской работы ФГБОУ ВО РГАТУ на 2021-2025 гг. по теме «Совершенствование технологий, средств механизации, электрификации и технического сервиса в сельскохозяйственном производстве. Перспективы развития сельских территорий» (номер государственной регистрации АААА-А16-116060910025-5), подраздел 1.3.2 «Совершенствование

энергосберегающей технологии возделывания и уборки экологически чистого картофеля в условиях Рязанской области».

Цель исследований – обоснование параметров встряхивателя сепарирующего органа картофелекопателя.

Задачи исследований:

- 1) провести анализ перспективных направлений исследований;
- 2) теоретически обосновать параметры встряхивателя сепарирующего органа;
- 3) экспериментально уточнить обоснованные параметры встряхивателя сепарирующего органа;
- 4) оценить показатели работы картофелекопателя, оснащенного встряхивателем сепарирующего органа с обоснованными параметрами, в полевых условиях;
- 5) определить технико-экономический эффект от предложенных решений и дать рекомендации производству.

Объект исследования - процесс уборки картофеля картофелекопателем с сепарирующим органом, оснащенным встряхивателем.

Предмет исследования зависимости воздействия сепарирующего органа со встряхивателем на компоненты картофельного вороха.

Научная новизна

- теоретические зависимости, описывающие кинематику эксцентрикового ролика встряхивателя;
- аналитическая зависимость взаимодействия вороха с сепарирующим органом от параметров эксцентрикового ролика встряхивателя.

Теоретическая значимость заключается в получении зависимостей, позволяющих обосновать параметры эксцентрикового ролика встряхивателя сепарирующего органа, снижающего повреждения картофеля.

Практическая значимость заключается в получении обоснованных параметров встряхивателя сепарирующего органа, позволяющего снизить повреждения клубней картофеля при уборке.

Методология и методы исследования. Исследования проведены с применением методов теоретической механики, теории механизмов и машин, высшей математики и математической статистики. В экспериментальных исследованиях использовались планы и методики факторного эксперимента, а также методики, приведенные в СТО АИСТ 1.13-2011, СТО АИСТ 1.17-2010, ГОСТ 24055-2016, ГОСТ 28713-2018. Для анализа результатов исследований использовали программы «Microsoft Excel», «MathCAD» и «STATISTICA».

Положения, выносимые на защиту:

1. Обоснованные параметры эксцентрикового ролика встряхивателя сепарирующего органа картофелекопателя.
2. Результаты оценки влияния параметров эксцентрикового ролика

встряхивателя сепарирующего органа картофелекопателя на повреждения клубней.

Реализация результатов исследования. По обоснованным параметрам были изготовлены образцы эксцентрикового ролика встряхивателя сепарирующего органа картофелекопателя КТН-2В, который успешно прошел полевые исследования в учебно-научном инновационном центре «Агротехнопарк» ФГБОУ ВО РГАТУ в 2023-2024 г. на общей площади 2,0 га.

Степень достоверности результатов исследований. Полученные в лабораторных условиях экспериментальные данные соответствуют результатам теоретических исследований (расхождение менее 5%).

Личный вклад соискателя заключался в определении цели и задач диссертационной работы; выполнении теоретических и экспериментальных исследований встряхивателя сепарирующего органа с эксцентриковым роликом, анализе и интерпретации полученных данных; обосновании параметров встряхивателя сепарирующих органов картофелекопателя; проведении полевых исследований картофелекопателя, оснащенного встряхивателем с эксцентриковым роликом; определении технико-экономического эффекта; формулировании выводов, перспектив дальнейшей разработки темы, рекомендаций производству, а также в подготовке научных публикаций.

Апробация работы. Основные результаты изложенных в диссертации исследований прошли апробацию на 74-й Международной научно-практической конференции «Инновационные научно-технологические решения для АПК: вклад университетской науки» (Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2023); на Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Николая Николаевича Колчина (Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2023); на Национальной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Бычкова Валерия Васильевича «Актуальные вопросы транспорта и механизации в сельском хозяйстве» (Рязань, ФГБОУ ВО РГАТУ, 2024); на студенческой научной конференции "Научно-исследовательские решения высшей школы» (Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2024).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 4 научных статьи, в том числе 2 статьи в источниках, включенных в «Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук» ВАК РФ. Общий объем публикаций составил 1,44 п.л., из них лично соискателю принадлежит 1,08 п.л.

Структура и объем работы. В целом диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения (общих выводов), списка литературы из 159

наименований, приложения, изложена на 112 страницах, включает 46 рисунков, 9 таблиц и 38 формул.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность, сформулирована цель, отмечены научная новизна и практическая значимость работы, представлены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе «Анализ перспективных направлений исследований» проанализированы машины, применяемые при уборке картофеля, рассмотрены способы механизированной уборки картофеля. Проведен обзор сепарирующих органов машин для уборки картофеля и анализ электрических мотор-редукторов, также представлен обзор теоретических исследований в сфере сепарации картофельного вороха.

Проведенный анализ показал, что сепарация клубненосного вороха определяется параметрами сепарирующих элеваторов. Повреждения клубней картофеля определяются импульсом силы, который в свою очередь определяется массой и скоростью клубня при подбрасывании на сепарирующем полотне. Поэтому кинематические характеристики встряхивателя влияют на взаимодействие клубня картофеля с сепарирующим органом. Возникает необходимость дальнейшего, более детального теоретического и практического исследования работы сепарирующего элеватора с активными встряхивателями.

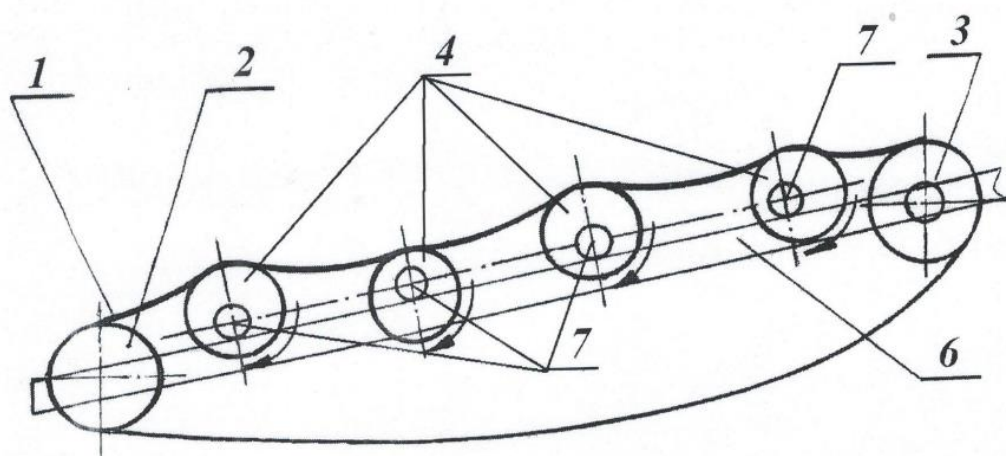
Во второй главе «Теоретические исследования встряхивателя сепарирующего органа с эксцентриковым роликом» предложена схема сепарирующего органа с встряхивателем в виде приводного эксцентрикового ролика. Проведены теоретические исследования кинематики эксцентриковых роликов сепарирующего органа. Обоснованы параметры встряхивателя сепарирующего органа в виде приводного эксцентрикового ролика.

Сепарирующий рабочий орган уборочной машины (рисунок 1) включает прутковое бесконечное полотно 1, которое охватывает передний ведомый вал 2 и задний ведущий вал 3. Под полотном расположены встряхиватели, которые установлены на раме 6. Эксцентриковые ролики 4 снабжены индивидуальными мотор-колесами 7 и связаны с управляющим блоком.

При работе картофелеуборочной машины клубненосный пласт с лемеха подается на прутковое бесконечное полотно 1 сепарирующего органа (рисунок 1). При передвижении клубненосного пласта встряхиватели подбрасывают

полотно. Ролики 4 (рисунок 2) с обечайкой 9 обеспечивают подбрасывание полотна. Индивидуальные мотор-колеса 7 с управляющим блоком (компьютером) обеспечивают движение «волны» полотна вдоль движения элеватора за счет изменения угловой скорости с учетом эксцентриситета ролика и жесткости полотна. Для обеспечения контакта ролика с полотном обечайка имеет резиновое покрытие 11 и установлена на подшипнике 10.

Так как скорости эксцентриковых роликов меняются независимо друг от друга и образуют волнообразное движение полотна с клубеносным пластом, то в процессе работы происходит встряхивание, крошение и качественное отделение клубней картофеля от почвы.



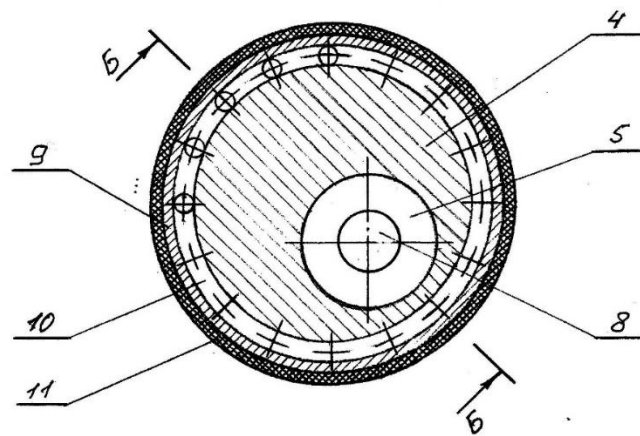
1 – прутковое бесконечное полотно; 2 – передний ведомый вал; 3 – задний ведущий вал; 4 - эксцентриковый ролик; 6 – рама; 7 -- мотор-колесо

Рисунок 1 - Схема наклонного сепарирующего рабочего органа уборочной машины

Схема встряхивателя в виде приводного эксцентрикового ролика представлена на рисунке 2.

Представим кинематику эксцентрикового ролика в виде кривошипно-ползунного механизма. Рассмотрим треугольник OAB, который представляет собой замкнутый контур. Векторное уравнение замкнутого контура для определения перемещения имеет вид:

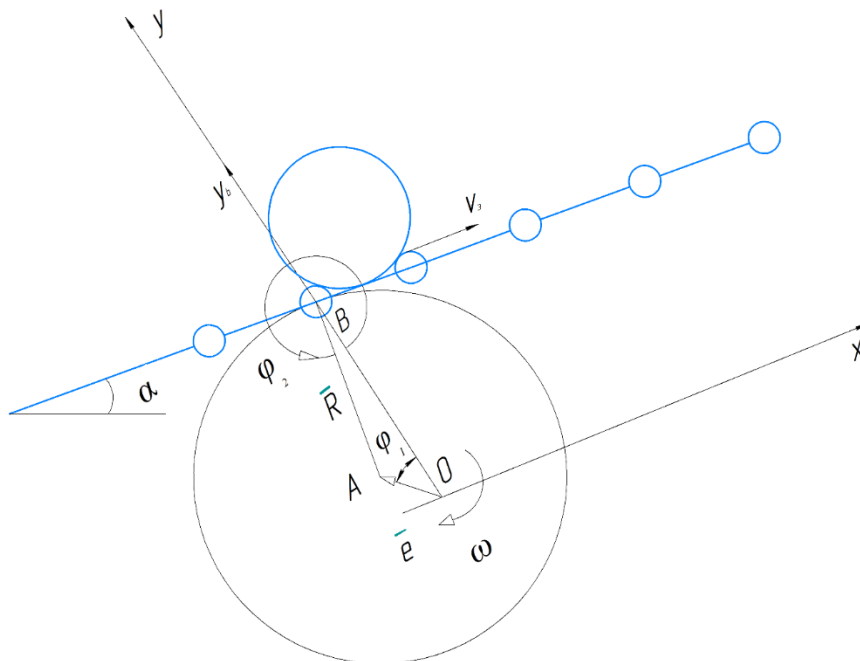
$$\begin{cases} e \cos \varphi_1 + R \cos \varphi_2 = y_B \\ e \sin \varphi_1 + R \sin \varphi_2 = 0 \end{cases} \quad (1)$$



4 - эксцентриковый ролик; 5 – мотор-колесо; 8 – приводной вал; 9 – обечайка;
10 – подшипник; 11 – резиновое покрытие

Рисунок 2 - Приводной эксцентриковый ролик

Рассмотрим кинематику эксцентриковых роликов. Расчетная схема к определению подбрасывания полотна пруткового элеватора представлена на рисунке 3.



α – угол наклона пруткового элеватора, град; R – радиус эксцентрикового ролика активного встряхивателя, м; e – величина эксцентриситета, м; φ_1 - угол поворота активного встряхивателя, град; φ_2 – угол взаимного расположения векторов эксцентриситета и радиуса эксцентрикового ролика, град; y_b – перемещение активного встряхивателя вдоль оси ОУ, м.

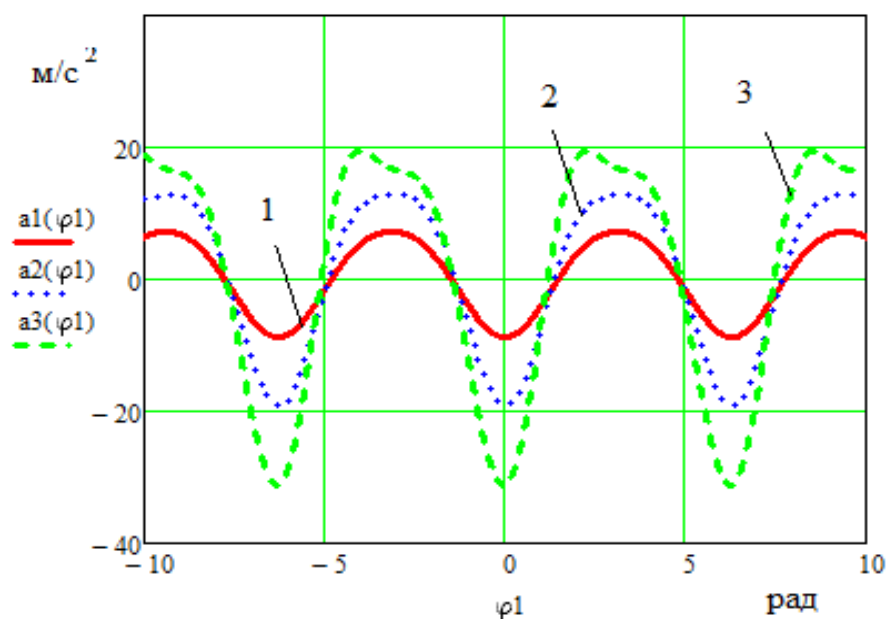
Рисунок 3– Расчетная схема кинематического взаимодействия пруткового элеватора с активными встряхивателями

Ускорение перемещения точки В вдоль оси ОУ:

$$a_B = \omega^2 \left(\begin{aligned} & -e \cos \varphi_1 - \left(\frac{e \cos \varphi_1}{R \sqrt{1 - \frac{e \sin \varphi_1}{R}}} \right)^2 R \sqrt{1 - \frac{e \sin \varphi_1}{R}} + \\ & + R \left(\frac{e \sin \varphi_1}{R} \right) \frac{\left(\frac{e \cos \varphi_1}{R \sqrt{1 - \frac{e \sin \varphi_1}{R}}} \right)^2 R \left(-\frac{e \sin \varphi_1}{R} \right) + e \sin \varphi_1}{R \sqrt{1 - \frac{e \sin \varphi_1}{R}}} \end{aligned} \right) -$$

$$-\varepsilon \left(e \sin \varphi_1 + \frac{e^2 \sin \varphi_1}{R^2} \frac{\cos \varphi_1}{\sqrt{1 - \frac{e \sin \varphi_1}{R}}} \right) \quad (2)$$

Рассчитаем характеристики ускорения точки В (полотна элеватора) вдоль оси ОУ в программе Mathcad, приняв радиус ролика $R=0,05$ м; угловую скорость $\omega=30$ рад/с; угловое ускорение $\varepsilon=1$ рад/с² и построим график (рисунок 4).



1 – величина эксцентриситета $e=0,005$ м; 2 – $e=0,01$ м; 3 – $e=0,015$ м

Рисунок 4 – Зависимость ускорения полотна пруткового элеватора на активном встряхивателе вдоль оси ОУ от угла поворота эксцентрикового ролика

Для обеспечения подбрасывания компонентов картофельного вороха на полотне необходимо превышение ускорения свободного падения. Анализ

выражения (2) показал, что эксцентриситет для выполнения условия подбрасывания должен составлять более $e=0,01$ м.

Определим скорость точки В вдоль оси ОУ:

$$V_B = \omega \cdot \frac{dy_B}{d\varphi_1} = \omega \cdot \left(-e \sin \varphi_1 - \frac{e^2 \sin \varphi_1}{R^2} \frac{\cos \varphi_1}{\sqrt{1 - \frac{e \sin \varphi_1}{R}}} \right) \quad (3)$$

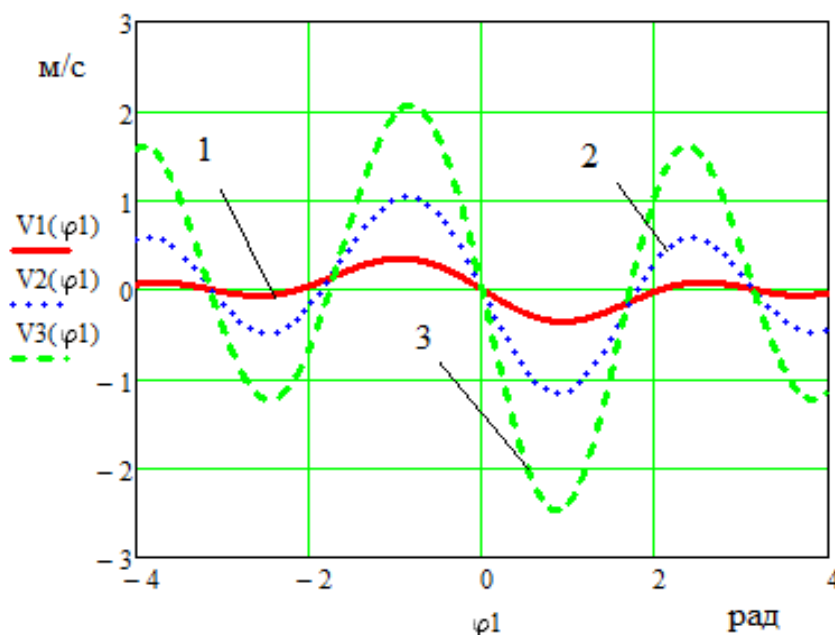
где ω – угловая скорость ролика эксцентрика, рад/с.

Анализ выражения (3) показал, что при принятых параметрах и эксцентриситете $e = 0,01$ м поступательная скорость вдоль оси ОУ полотна пруткового элеватора на активном встряхивателе составляет около 1 м/с (рисунок 5). Таким образом, абсолютную скорость компонентов картофельного вороха определим:

$$V_K = \sqrt{V_B^2 + V_3^2} \quad (4)$$

где V_B – скорость компонента вдоль оси ОУ, м/с;

V_3 – скорость пруткового элеватора, м/с.



1 – величина эксцентриситета $e=0,005$ м; 2 – $e=0,01$ м; 3 – $e=0,015$ м

Рисунок 5 – Зависимость скорости полотна пруткового элеватора на активном встряхивателе вдоль оси ОУ от угла поворота эксцентрикового ролика

Величина абсолютной скорости компонентов картофельного вороха составит $V_K = \sqrt{1^2 + 2,1^2} = 2,33$ м/с, что не превышает допустимого значения.

Теоретическими исследованиями установлено, что параметрами активного встряхивателя с эксцентриковыми роликами для снижения количества предельных повреждений клубней картофеля являются:

- радиус ролика $R=0,05$ м;
- угловая скорость $\omega=28-43$ рад/с;
- угловое ускорение $\varepsilon=0-5$ рад/с²;
- эксцентриситет ролика $e =0,01$ м.

Для определения направления абсолютной скорости компонента используем выражения для направляющих косинусов:

$$\cos \alpha = \frac{V_3}{\sqrt{V_B^2 + V_3^2}} \quad (5)$$

где V_3 – скорость пруткового элеватора, м/с;

V_B - скорость компонента вдоль оси ОУ, м/с .

Величина импульса силы определится выражением:

$$\begin{cases} m(V_x - (V_{x1} + V_3)) = S_x \\ m(V_y - V_{y1}) = S_y \end{cases} \quad (6)$$

где: S –импульс силы воздействия компонента, Н-с; m –масса компонента, кг; V_x - скорость до взаимодействия компонента с сепарирующим органом вдоль оси ОХ, м/с; V_y - скорость до взаимодействия компонента с сепарирующим органом вдоль оси ОУ, м/с; V_3 -скорость движения полотна сепарирующего органа, м/с; V_{x1} - скорость после взаимодействия компонента с сепарирующим органом вдоль оси ОХ, м/с; V_{y1} - скорость после взаимодействия компонента с сепарирующим органом вдоль оси ОУ, м/с.

При этом скорости компонента после взаимодействия определяются коэффициентом восстановления. Приняв, что величина коэффициента восстановления компонента при взаимодействии с сепарирующим органом одинакова вдоль обеих осей, запишем:

$$\begin{cases} m \cdot V_x (1 + k) - m V_3 = S_x \\ m \cdot V_y (1 + k) = S_y \end{cases} \quad (7)$$

где k - коэффициент восстановления компонента после взаимодействия с сепарирующим органом, $k = -\frac{V_{y1}}{V_y}$ (безразмерная величина).

Используя теорему об изменении количества движения, запишем

$$\begin{cases} F_x = \frac{m \cdot V_x (1 + k) - m \cdot V_3}{\Delta t} \\ F_y = \frac{m \cdot V_y (1 + k)}{\Delta t} \end{cases} \quad (8)$$

Анализ выражения (8) показал, что при одинаковой длительности взаимодействия величины проекций воздействий на компоненты картофельного вороха отличаются в 2-3 раза. Наибольшие значения демонстрируют усилия,

ориентированные параллельно полотну элеватора. Поэтому для снижения повреждений на сепарирующем элеваторе не следует увеличивать величину подскока клубней, что приводит к снижению скорости вдоль элеватора, уменьшению величины коэффициента восстановления за счет прослойки почвы или установки трубок гасителей удара на прутки.

В третьей главе «Экспериментальные исследования встряхивателя с эксцентриковым роликом сепарирующего органа картофелекопателя» представлена методика и результаты лабораторных исследований.

Для изучения взаимодействия клубней при подбрасывании был использован картофелекопатель, оборудованный сепарирующим органом с активными встряхивателями (рисунок 6).



Рисунок 6 – Общий вид экспериментальной установки

Для определения динамического воздействия на компоненты клубненосного вороха использовали прибор с электронным клубнем «Tuber-Log». Для оценки показателя повреждений G , воспринимаемого электронным клубнем «Tuber-Log» при работе сепарирующего органа с эксцентриковым роликом, применяли тарировочные характеристики, моделирующие падение электронного клубня «Tuber-Log» на поверхность с различной высоты.

На основе экспериментальных данных получено уравнение регрессии показателя повреждений при движении клубненосного вороха на сепарирующем органе с эксцентриковым роликом с различными его параметрами:

$$G = 168,89 + 31,67 \cdot n - 36,67 \cdot e - 14,33 \cdot n^2 + 13,00 \cdot n \cdot e + 20,67 \cdot e^2 \quad (9)$$

где G – показатель повреждений на эксцентриковом ролике, усл. ед.; n – частота вращения эксцентрикового ролика, об/мин; e – эксцентриситет ролика, м.

Адекватность и значимость уравнения регрессии подтверждается коэффициентом детерминации $R^2 = 0,98$ на уровне значимости 0,95.

Анализ показывает, что величина эксцентриситета ролика является наиболее значимым фактором, влияющим на показатель повреждений. Экспериментальными исследованиями подтверждено, что рациональной является величина эксцентриситета ролика $e = 0,01$ м. Частота вращения ролика, соответствующая допустимой величине воздействия на электронный клубень «Tuber-Log», равна диапазону 280-295 об/мин, что соответствует угловой скорости 29-31 рад/с.

В четвертой главе «Полевые исследования картофелекопателя, оснащенного встряхивателем элеватора с эксцентриковым роликом, и экономический эффект от его внедрения» представлены методика и результаты полевых экспериментальных исследований.

Сравнительные исследования картофелекопателей проводили в сентябре 2024 года в УНИЦ «Агротехнопарк» Рязанского района Рязанской области. Показатели качества работ при использовании экспериментального агрегата (картофелекопатель (рисунок 7), оснащенный встряхивателем сепарирующего органа с приводными эксцентриковыми роликами) в сравнении с контролем (серийный картофелекопатель) представлены в таблице 1.



Рисунок 7 - Картофелекопатель, оснащенный встряхивателем сепарирующего органа с приводными эксцентриковыми роликами

Таблица 1 - Определение показателей качества работ при использовании экспериментального агрегата (картофелекопатель, оснащенный встряхивателем сепарирующего органа с приводными эксцентриковыми роликами) в сравнении с контролем (серийный картофелекопатель)

Наименование показателя	Эксперимент	Контроль
1. Свободные клубни на поверхности почвы (по массе), %	95,7	92,3
2. Клубни на поверхности почвы, но не оторванные от ботвы (по массе), %	0,3	0,4
3. Оставленные в почве клубни (по массе), %	0,5	0,5
4. Присыпанные почвой клубни (по массе), %	3,5	6,8
5. Повреждения клубней (по массе), %	3,87	4,22
5.1 С содранной кожей от $\frac{1}{4}$ до $\frac{1}{2}$ поверхности	0,61	0,66
5.2. С содранной кожей от $\frac{1}{2}$ и более поверхности	0,13	0,15
5.3. С вырыванием мякоти более 5мм	0,45	0,44
5.4. С трещинами длиной более 20мм	0,20	0,22
5.5. Резанные клубни	0,13	0,12
5.6. Раздавленные клубни	0,24	0,26
5.7. С потемнением мякоти более 5мм	2,27	2,35
6. Урожайность клубней, т/га	22,0	22,0

В результате экспериментальных исследований установлено, что картофелекопатель КТН-2В, оборудованный встряхивателем сепарирующего органа с эксцентриковыми роликами с обоснованными параметрами, показал снижение повреждений клубней на 8,3% в сравнении с серийным КТН-2В. Таким образом, применение встряхивателей в виде приводных эксцентриковых роликов с обечайкой является перспективным техническим решением для сепарирующих органов картофелеуборочных машин.

Расчет показывает, что годовой технико-экономический эффект от применения на картофелекопателе встряхивателя с обоснованными параметрами составляет 89 695,88 руб. (на 20 га уборочной площади) при сроке окупаемости 1 год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Анализ исследований сепарации почвы на сепарирующих органах картофелеуборочных машин показал, что для её интенсификации перспективно применение встряхивателей. Но существующие активные встряхиватели увеличивают количество повреждений клубней.

2. Теоретическими исследованиями установлено, что рациональными параметрами встряхивателя с эксцентриковыми роликами, снижающими повреждения клубней картофеля, являются: радиус ролика 0,05 м; угловая скорость 28-43 рад/с; угловое ускорение 0-5 рад/с²; эксцентриситет ролика 0,01 м.

3. Экспериментальными исследованиями с применением электронного клубня «Tuber-Log» уточнены параметры активного встряхивателя сепарирующего органа с эксцентриковыми роликами: подтверждена рациональная величина эксцентриситета ролика 0,01 м, и уточнена угловая скорость ролика, рациональное значение которой должно находиться в диапазоне 29-31 рад/с.

4. В результате экспериментальных исследований картофелекопателя, оборудованного встряхивателем, содержащим приводные эксцентриковые ролики с обечайкой, установлено, что при уборке картофеля сорта «Гранд» экспериментальный картофелекопатель КТН-2В показал снижение повреждений клубней на 8,3 % в сравнении с серийным картофелекопателем КТН-2В.

5. Проведенный расчет технико-экономического эффекта показал, что при использовании картофелекопателя КТН-2В с предлагаемым решением годовой экономический эффект на 20 га составляет 89 695,88 руб. Срок окупаемости предлагаемого решения составляет 1 год с учетом снижения повреждений картофельных клубней.

Перспективы дальнейшей разработки темы

Целесообразно продолжить научные исследования рабочих органов картофелеуборочных машин с применением «электронного клубня» в различных почвенно-климатических условиях.

Рекомендации производству

Для повышения эффективности функционирования картофелеуборочных машин рационально разработать рекомендации по применению встряхивателя с приводными эксцентриковыми роликами для различных почвенно-климатических условий.

**Положения диссертации и полученные результаты отражены в
следующих основных публикациях:**

Публикации в изданиях, рекомендуемых ВАК Минобрнауки России

1. Молоканова, Л.О. Кинематический анализ активного встряхивателя элеватора в виде эксцентрикового ролика / Л. О. Молоканова, Г. К. Рембалович, М. Ю. Костенко [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2024. – Т. 16, № 4. – С. 115-121. – DOI 10.36508/RSATU.2024.49.99.017.

2. Молоканова, Л.О. Динамика воздействия активного встряхивателя элеватора на компоненты картофельного вороха / Л. О. Молоканова, Г. К. Рембалович, М. Ю. Костенко [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2025. – Т. 17, № 1. – С. 143-151. – DOI 10.36508/RSATU.2025.43.80.001.

Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать лазерная

Усл. печ. л. 1. Тираж 100 экз. Заказ №1671

подписано в печать 20.10.2025 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