

Заключение

Рядовой двухстрочный метод посева кукурузы и других пропашных культур представляет собой эффективное агрономическое решение, способное повысить урожайность и уменьшить затраты. Дальнейшие исследования необходимы для уточнения дополнительных данных по оптимизации этого метода, а также для анализа его применения в новых агроэкологических условиях.

Список использованной литературы

1. Синягин, И. И. Площади питания растений / И. И. Синягин. – Москва, 1970. – 232 с.
2. Новаков, С. А. Принципы рационального размещения семян по поверхности поля / С. А. Новаков // Сб. науч. тр. МИИСП. – Москва, 1975. – Т. 13. – Вып. 1. – Ч. 2. С. – 26–29.
3. Астахов, В. С. Посевная техника: анализ и перспективы развития / В. С. Астахов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1999. – № 1. – С. 6–8.
4. Астахов, В. С. Результаты испытаний макета пропашной сеялки с пневматической централизованной высевальной системой / В. С. Астахов, В. Г. Дрозд // Механизация обработки почвы и посева при интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур: сб. науч. тр. – Горки, 1993. – С. 54–60.
5. Астахов, В. С. Сеялка СПУ-6 на кукурузном поле / В. С. Астахов // Белорусская Нива. – 2001. – 17 апр. – С. 2.
6. Астахов, В. С. Широкорядный двухстрочный посев кукурузы. Как эффективно задействовать зарубежные агрегаты? / В. С. Астахов, Я. У. Яроцкий // Белорусская Нива. – 2008. – 15 мая. – С. 2.
7. Яроцкий, Я. У. Обеспечение агротехнических требований при посеве сельскохозяйственных культур комбинированным агрегатом АППМ-6: рекомендации / Я. У. Яроцкий, В. С. Астахов, И. Е. Ладик // ГУДОВ «Центр повышения квалификации руководящих работников и специалистов комитета по сельскому хозяйству и продовольствию Могилевского облисполкома». – Горки, 2012. – 28 с.
8. Астахов, В. С. К вопросу обоснования посева кукурузы рядовым двухстрочным способом / В. С. Астахов, Г. А. Валуженич, Г. О. Иванчиков // Сборник научных работ «Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения» / Брянский ГАУ, 2022 С. 54–58.

УДК 631.362.3

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ КАРТОФЕЛЕСОРТИРОВАЛЬНОЙ МАШИНЫ

Н.Н. Романюк, канд. техн. наук, доцент,

В.Н. Еднач, канд. техн. наук, доцент,

М.В. Стрига, А.А. Буров, студенты

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы, связанные со снижением повреждений картофеля и обеспечением заданной точности его сортировки в процессе по-

слеуборочной обработки на роликовых сортировках. Установлено, что одним из факторов, влияющих на качество работы картофелесортировальной машины является взаимосвязь угловой частоты вращения роликов и размеров клубня картофеля. Установлена оптимальная частота вращения роликов, при которой соблюдается максимальное качество и производительность картофелесортировальной машины.

Abstract: This article examines issues related to reducing potato damage and ensuring the required sorting accuracy during post-harvest processing using roller sorters. It has been established that one of the factors influencing the performance of a potato sorting machine is the relationship between the angular speed of the rollers and the size of the potato tuber. The optimal roller speed for maintaining maximum quality and productivity of the potato sorting machine has been determined.

Ключевые слова: картофель, роликовая поверхность, сила трения, критическая угловая скорость, калибрующий зазор.

Keywords: potato, roller surface, friction force, critical angular speed, calibration gap.

Введение

Одной из ключевых задач отрасли картофелеводства является сокращении потерь картофеля на всех этапах его производства и переработки, включая послеуборочную обработку. Значительные повреждения клубни получают в процессе их сортировки из-за несовершенства режимов работы картофелесортировальных машин. Анализ конструкций роликовых поверхностей современных машин для сортировки картофеля выявил ряд системных недостатков: низкая точность отделения примесей, высокий уровень механических повреждений (защемление, деформация), ограниченная производительность при сохранении качества обработки. Нормативно-технические требования согласно ГОСТ 7176-2017 устанавливают строгие параметры для продовольственного картофеля [1].

Основная часть

Для получения качественно разделенных клубней картофеля по фракциям необходимо, чтобы клубни, размеры которых соответствовали размерам калибрующих зазоров, проходили через их не заклинивая и не повреждаясь. Для соблюдения данного условия необходимо, чтобы скорость вращения роликов ω_{\max} позволяла обеспечивать максимальную производительность поверхности, но при этом клубни успевали проходить в калибрующие зазоры между роликами поверхности, что обеспечивает критически допустимая скорость вращения $\omega_{\text{кр}}$, при соблюдении условия $\omega_{\max} \leq \omega_{\text{кр}}$.

На рисунке 1 представлена схема взаимодействия клубня овальной формы с роликами, между которыми образован калибрующий зазор C_1 . Для упрощения расчетов, поперечное сечение клубня

представлено в виде эллипса с наибольшей стороной b и наименьшей C . Ролики имеют одинаковые радиусы $R_1 = R_2$ и угловые скорости $\omega_1 = \omega_2$. Как правило, такое соотношение присуще большинству роликовых калибрующих поверхностей.

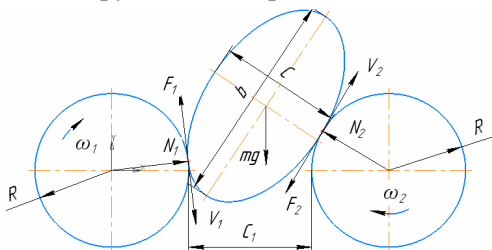


Рисунок 1 – Схема взаимодействия клубня с роликами

Для обеспечения прохода клубня через поверхность необходимо, чтобы при вращении клубня, наибольшая ось сечения заняла вертикальное положение, а его толщина была меньше либо равной размеру калибрующего зазора $C \leq C_1$. Таким образом, клубень под воздействием силы тяжести давит на ролики, вследствие чего возникают нормальные реакции N_1 и N_2 . При вращении роликов возникают силы трения F_1 и F_2 , направленные тангенциально к поверхности роликов. Силы трения увлекают клубень и заставляют его вращаться. Задача исследования – определить предельную скорость вращения роликов $\omega_{кр}$, при которой клубень начнет «проскакивать» над калибрующим зазором. Анализируя физическую модель баланса моментов, приходим к выводу, что силы трения создают моменты, противодействующие проскальзыванию клубня в зазор. При вращении роликов с угловой скоростью $\omega_1 = \omega_2$, линейная скорость на поверхности будет равна

$$V = R \cdot \omega_1,$$

где R – радиус роликов, м; ω_1 – угловая скорость ролика с^{-1} .

При условии отсутствия скольжения, скорость клубня будет равна линейной скорости на поверхности роликов. В момент, когда наибольшая ось сечения клубня примет вертикальное положение, радиус кривизны сечения клубня можно принять как

$$\rho = (b/2)^2 / (C/2),$$

где b – ширина клубня, м; C – толщина клубня, м.

Угловая скорость клубня $\omega_{кл}$ связана с линейной скоростью его центра соотношением

$$\omega_{\text{кл}} = V / \rho = (R \cdot \omega_1) / \rho,$$

где V – линейная скорость клубня на поверхности ролика, м/с;
 ρ – радиус кривизны клубня, м.

Проанализируем скоростной баланс и динамический эффект. Ролики могут вращаться со скоростями, когда клубень не успевает пройти сквозь зазор и будет совершать колебания от ударных воздействий вращающихся частей. Чем больше амплитуда этих колебаний, тем больше вероятность проскальзывания картофеля над зазором и наоборот. Определим угловую критическую скорость $\omega_{\text{кр}}$, при которой амплитуда колебаний клубня в зазоре была недостаточна для проскальзывания над зазором $\omega_{\text{кр}} \leq \omega_1$.

Определим момент инерции клубня I относительно его центра, для упрощения расчета примем клубень как эллиптическое однородное твердое тело массой m

$$I = 0,25 m \cdot ((C/2)^2 + (b/2)^2),$$

где m – масса клубня, кг.

Угловое ускорение клубня ε от его силы тяжести

$$\varepsilon = m \cdot g \cdot C / (2 \cdot I),$$

где g – ускорение свободного падения, м/с²; I – момент инерции клубня кг·м².

Время, за которое клубень может пройти в зазор, рассмотрим, как время поворота наибольшей его оси из горизонтального положения в вертикальное (на угол $\beta = 90^\circ = \pi/2$) поскольку если он повернется на больший угол, то вновь будет подхвачен одним из роликов и не провалится в зазор

$$t = (2 \cdot \beta / \varepsilon)^{1/2} = (\pi / \varepsilon)^{1/2},$$

где β – угол поворота наибольшей оси клубня в поперечном сечении, рад; ε – угловое ускорение клубня от его силы тяжести, рад/с².

За это время ролик совершит n количество оборотов

$$n = \omega_1 \cdot t / (2\pi).$$

Из схемы приведенной на рисунке 1 видим, что при повороте клубня значение нормальных сил и сил трения снижается, а когда наибольшая ось займет вертикальное положение, значение нормальных сил $N_1 = N_2 = 0$, соответственно силы трения $F_1 = F_2 = 0$. При таком положении нечто не может вернуть клубень из зазора на ролики кроме инерции заставляющей его вращаться и проскочить зону прохождения сквозь зазор. Учитывая симметрию клубня за один оборот, он занимает два оптимальных положения через угол

2π. Соответственно поскольку угловая скорость клубня $\omega_{\text{кл}}$ зависит от скорости первого и второго роликов $\omega_1 = \omega_2$ то учитывая возможное проскальзывание, прохода клубня в калибрующий зазор равна половине оборота 2π. Таким образом угловая скорость роликов должна удовлетворять условию $\omega_{\text{кр}} \leq (2\pi) / t$.

Учитывая ускорение клубня ϵ и момент инерции клубня I , получим следующие выражения угловую критическую скорость $\omega_{\text{кр}} = ((m \cdot g \cdot 0,5 \cdot C) / I)^{1/2}$, $\omega_{\text{кр}} = ((m \cdot g \cdot 0,5 C) / (0,25 m \cdot ((C/2)^2 + (b/2)^2)))^{1/2}$.

Заключение

Получена зависимость угловой скорости вращения роликов от массы и размеров клубней, позволяющая рассчитать диапазон допустимых скоростей вращения роликов калибрующей поверхности картофелесортировальной машины, при которых клубни картофеля не будут проскакивать над калибрующими отверстиями, а будут проходить в соответствующие зазоры. При этом можно получить максимальную производительность сортировальной поверхности при заданной точности разделения клубней на фракции. Данные исследования будут использованы при оптимизации режимов работы существующих роликовых сортировок картофелесортировальной машины.

Список использованной литературы

1. ГОСТ 7176-2017 – Картофель продовольственный.
2. Еднач, В.Н. Повышение качества калибрования картофеля поверхностью с изменяющейся скоростью вращения роликов: дис. ...канд. техн. наук : 05.20.01 / Еднач Валерий Николаевич; БГАТУ. – Минск, 2018 – 145 л.
3. Влияние кинематических режимов работы роликовой сортировки на её эффективность / Н. Н. Романюк [и др.] // Современные проблемы и пути развития технического сервиса в АПК : материалы Международной научно-практической конференции, Минск, 5-6 июня 2024 г. - Минск : БГАТУ, 2024. – С. 269–272.
4. Исследование сил трения клубней картофеля о рабочие органы картофелеуборочных и сортировальных машин / В. Н. Еднач [и др.] // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной ведущим ученым БГАТУ, создателям научной школы по автотракторостроению Д. А. Чудакову, В. А. Скотникову, Минск, 28-30 ноября 2013 г. – Минск: БГАТУ, 2013. – С. 364–365.
5. Романюк, Н. Н. Исследование скорости перемещения сортируемого материала по калибрующей поверхности [Электронный ресурс] = Investigation of the speed of movement of the sorted material on the calibration surface / Н. Н. Романюк, В. Н. Еднач, М. Б. Гарба // Наука и образование. – 2021. – Т. 4. – N 4.
6. Еднач, В. Н. К вопросу качества калибровки картофеля / В. Н. Еднач, М. М. Дечко, Д. Н. Бондаренко // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Минск, 22-24 ноября 2017 г. – Минск : БГАТУ, 2017. – С. 140–143.