

Наука: Технические науки (05.07.01)

УДК: 631.356.4.02

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ КОПАТЕЛЯ С ЦЕНТРОБЕЙНЫМ ПРУТКОВЫМ ЭЛЕВАТОРОМ

Салохиддинов Н. (Старший преподаватель),

Хасанов И. (студент),

Набиев Д. (студент)

кафедра «Технологические машины и оборудование»
Наманганский государственный технический университет

Аннотация

В статье представлены результаты оптимизации рабочих параметров центробежного элеватора с винтовым конвейером с использованием метода математического планирования. Эксперименты проводились на основе конструкции Хартли-4, и были выявлены основные факторы, влияющие на степень эрозии почвы и повреждение конкреций. На основе полученных регрессионных моделей были определены оптимальные значения, обеспечивающие высокую эффективность машины.

Ключевые слова: лифт, экскаватор, математическое планирование, уравнение регрессии, эрозия почвы, повреждение корнями.

Введение

Механизация технологических процессов при выращивании сельскохозяйственной продукции, особенно корнеплодов, является одной из актуальных задач. Одним из главных факторов, определяющих

производительность землекопов, является эффективностью отделения почвы от клубеньков. Отмечается, что многие используемые в настоящее время сепараторные устройства не могут полностью отделить почву или, наоборот, наносят серьезный механический ущерб клубенькам в процессе [1-3].

центробежным элеватором, представляет собой инновационное решение, направленное на устранение этих проблем. Принцип работы этого устройства представляет собой сложный динамический процесс, эффективность которого зависит от ряда взаимосвязанных конструктивных и технологических параметров. В частности, количество оборотов барабана, скорость элеватора и размер зазоров между рабочими телами напрямую влияют на степень измельчения и целостность продукта [4].

Цель данного исследования – изучение взаимодействия параметров центробежного элеватора посредством математического моделирования и определение оптимальных режимов работы, отвечающих агротехническим требованиям. Хотя предыдущие однофакторные эксперименты показали отдельное влияние каждого параметра, для анализа их комбинированного эффекта потребовалось использовать многофакторный метод математического планирования. Это, в свою очередь, позволяет снизить энергопотребление машины и максимизировать качество работы [5-8].

Методы

было испытание центробежного подъемно- сепарационного элеватора (ЦККЭХЭ) (КП-2) в условиях фермерского хозяйства. Испытания проводились в соответствии с полевыми условиями в 2024-2025 годах на фермах «Баратов Шерхон Нуриддинович» Янгикурганского района Наманганской области и «Жураев Ахатон Азамхон о'ғлы» Чартокского района. Эти испытания позволили на практике оценить способность машины к разделению почвы, степень повреждения комков, энергопотребление и эффективность работы.

Результаты испытаний сравнивались с существующим комбайном ККС-1.4, и рассчитывалась технико-экономическая эффективность новой разработки [9].

теоретических и экспериментальных исследований были определены и подтверждены эффективные рабочие параметры нового подъемно-разделительного рабочего тела (MQKEChE), работающего на основе центробежных сил.

Оптимальные значения параметров экскаватора, оснащенного центробежным подъемным стержневым элеватором, исследованные в теоретических и однофакторных экспериментах, были определены с использованием метода математического планирования многофакторных экспериментов [10].

В исследовании были выбраны четыре различных входных фактора: количество оборотов барабана (x_1), ширина упругого барабана (x_2), скорость элеватора (x_3) и рабочий зазор (x_4). Диапазоны изменения факторов приведены в таблице 1 ниже.

Таблица 1

Факторы, их условное обозначение, вариация диапазон и уровень

Нет.	Название и обозначение факторов	Изменить уровни			Интервалы замены
		-1	0	+1	
1	x_1 – Количество оборотов барабана, об/мин	80	100	120	20
2	x_2 – Ширина эластичного барабана, м	1.2	1.3	1.4	0.1
3	x_3 – Скорость лифта, м/с	0,4	0,8	1.2	0,4
4	x_4 – Рабочий зазор, м	0,06	0,07	0,08	0,01

по схеме Хартли-4, а результаты обрабатывались в программе «PLANEX» на основе критериев Кокрейна, Стьюдента и Фишера [11].

Результаты

многофакторных экспериментов в качестве критериев оценки были взяты проницаемость почвы (Y_1 , %) и повреждение клубеньков (Y_2 , %). Результаты экспериментов были математически обработаны с помощью программы «PLANEX», и были получены следующие уравнения регрессии второго порядка, которые адекватно представляют критерии оценки:

Проницаемость почвы (Y_1 , %):

$$Y_1 = 81.6209 + 1.580X_1 - 1.317X_2 - 2.333X_3 - 1.333X_4 + 4.819X_1X_1 - 1.512X_1X_2 + 2.919X_2X_2 - 2.296X_2X_3 + 3.454X_2X_4 + 3.013X_3X_4 - 3.031X_4X_4;$$

(1)

Повреждение узла (Y_2 , %):

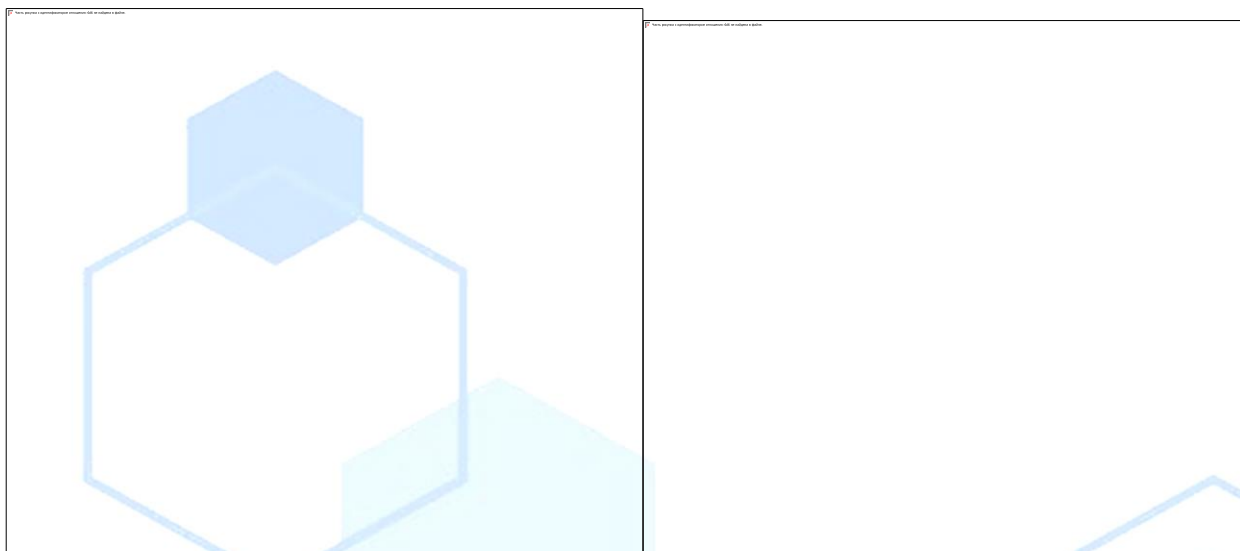
$$Y_2 = 5,7459 - 0.214X_1 - 0.413X_2 + 0.117X_3 + 0.737X_4 - 1.423X_1X_1 + 0.194X_1X_2 + 0.318X_1X_3 - 0.376X_1X_4 - 0.688X_2X_2 - 0.383X_2X_3 - 0.429X_2X_4 + 0.695X_3X_3 + 0.177X_3X_4 + 0.138X_4X_4.$$

(2)

Анализ графических зависимостей, основанных на полученных уравнениях регрессии, показал, что качество просеивания почвы повышается с увеличением числа оборотов барабана (X_1). Напротив, было замечено, что повреждение узелков уменьшается с увеличением числа оборотов барабана, но увеличивается с увеличением скорости элеватора (X_3).

были определены оптимальные параметры машины. Оптимальные значения, полученные в результате этих расчетов, суммированы в таблице 2.

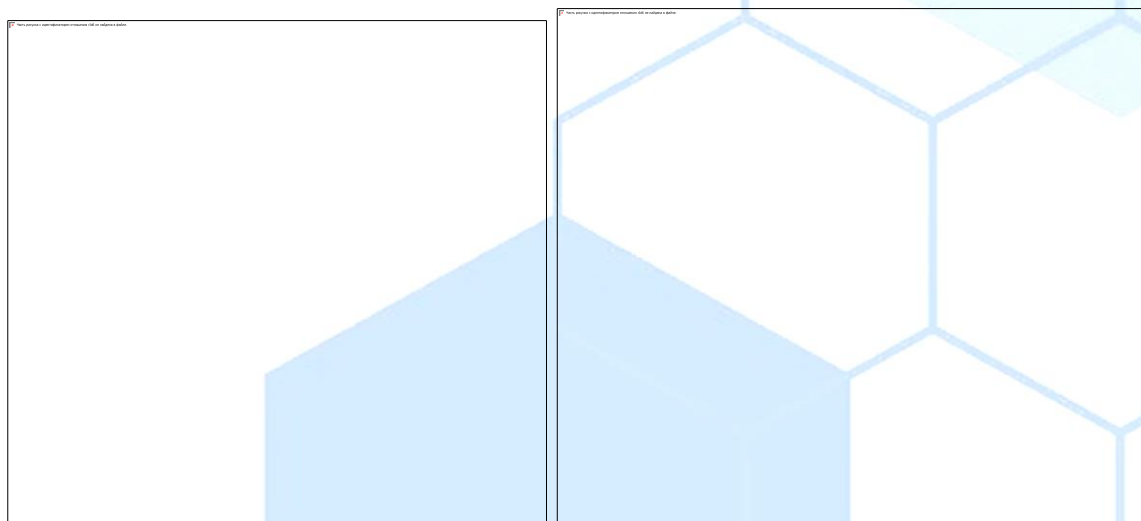
из полученного уравнения регрессии (1) и графических зависимостей на рисунке 1, построенных на его основе, качество просеивания почвы повышается с увеличением числа оборотов барабана.



1- $V_a=3$ км/ч, 2- $V_a=5$ км/ч

Рисунок 1. Графики изменения проницаемости грунта ($Y1$) в зависимости от факторов $X1$, $X2$, $X3$ и $X4$.

Кроме того, уравнение регрессии (2) и анализ рисунка 2 , основанный на нем, показывают, что повреждения узлов уменьшались с увеличением числа оборотов барабана и увеличивались с увеличением скорости лифта.



1- $V_a=3$ км/ч, 2- $V_a=5$ км/ч

Рисунок 2. Графики изменения повреждений узлов центробежного лифта в зависимости от факторов $X1$, $X2$, $X3$ и $X4$.

В результате теоретических и экспериментальных исследований были подтверждены эффективные рабочие параметры нового рабочего тела MQKEChE, основанного на центробежных силах. Исследования показали, что, в отличие от традиционных колосниковых элеваторов, MQKEChE значительно улучшает процесс разделения почвы и одновременно снижает повреждение урожая.

В результате полевых испытаний картофелекопатель-погрузчик КП-2, оснащенный новой системой MQKEChE, продемонстрировал высокую технико-экономическую эффективность по сравнению с существующим зерноуборочным комбайном ККС-1.4. Это свидетельствует о пригодности новой разработки для использования в сельскохозяйственных условиях и ее полном соответствии агротехническим требованиям к способности к разделению почвы.

Выводы

Разработанные в программе «PLANEX» уравнения регрессии второго порядка точно описывают работу центробежного элеватора, а их адекватность подтверждена критериями Фишера и Стьюдента. В ходе многофакторных экспериментов были определены оптимальные параметры работы MQKEChE, обеспечивающие максимальную эффективность: скорость вращения барабана 120 об/мин, линейная скорость элеватора 0,94 м/с и размер рабочей щели 0,010 м. При данных режимах степень рыхления почвы составила 81,62%, а механические повреждения клубней минимизированы до 5,74%. Производственные испытания машины КП-2 в хозяйствах Янгикурганского и Чартакского районов доказали ее надежность в полевых условиях, позволив повысить качество сепарации почвы на 10–12% по сравнению с комбайном ККС-1.4 без забивания рабочих органов на тяжелых и влажных почвах. Внедрение нового рабочего органа существенно повышает общую производительность, снижает потери урожая, сокращает затраты на производство картофеля и продлевает сроки хранения собранной продукции.

Литература

1. Хаматов М. Оптимизация параметров картофелекопателя-погрузчика, оснащенного центробежным подъемным штифтовым элеватором // Научный журнал НАУКИ, ИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРАБОТОК. - Наманган, 2024. - № 3. - с. 170-175.
2. Адолатов Б. и др. Испытание и определение параметров сельскохозяйственной техники методом математического планирования: Монография. - Ташкент: Наука, 2018. - с. 242-243.
3. Тухтакузиев, А. Теория и расчет сельскохозяйственных машин: Учебник. – Ташкент: ТИИМШ, 2015. – с. 172.
4. ГОСТ 31345-2017. Машины сельскохозяйственно-хозяйственные для уборки картофеля Способ апробирован. – Москва: Стандартинформ, 2018. – 45 с.
5. Карпенко А.Н., Халанский В.М. Сельско-хозяйственные машины. – Москва: Агропромиздат, 1989. – 520 с.
6. Бараков А. Повышение эффективности сепараторов картофелекопалок: Реферат диссертации. - Ташкент, 2021. - 42 с.
7. Смит, Дж. и др. Оптимизация параметров картофелеуборочной техники // Журнал исследований в области сельскохозяйственной инженерии. - 2020. - Том 45. - № 2. - стр. 112-120.
8. Салоксиддинов Нурмухаммад Сотимбоевич. СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ КАРТОФЕЛЬУРОРОДНОЙ МАШИНЫ. Международный научно-технический журнал «НАУКА И ИННОВАЦИИ». ТОМ 8, ВЫПУСК 5, СЕНТЯБРЬ – ОКТЯБРЬ 2025. С. 110-117.
9. Нишанов, Ф. А. (2022). Кидиров Атхамжон Рустамович, Салохиддинов Нурмухаммад Сатимбоевич и Ходжиев Бахромхан Рахматуллаевич (2022). Проблемы и решения сбора урожая арахиса. Вестник науки и творчества, (1 (73)), 22-27.

10. Кадинович, П.Г., Мурадович, Р.Р., и Сатимбаевич, С.Н. (2021). Применение осциллирующих лемехов в машинах для уборки картофеля и столовых корнеплодов. Журнал NVEO - Natural Volatities & Essential Oils, NVEO, 2664-2672.
11. PLANEX : Методические рекомендации по математическому планированию и анализу экспериментов. - NamMTI, 2010.