

$$V_{\text{конеч}} = \sqrt{2 \cdot L \cdot g(\sin \alpha - f \cdot \cos \alpha)} . \quad (11)$$

Таким образом, скорость клубня определим как

$$V_{\text{кл}} = \sqrt{(n \cdot \pi \cdot R_g / 30)^2 + 2 \cdot L \cdot g(\sin \alpha - f \cdot \cos \alpha)} . \quad (12)$$

Угол наклона образующей спирали траектории движения  $\psi$  определим

$$\text{tg} \psi = 30 \sqrt{2 \cdot L \cdot g(\sin \alpha - f \cdot \cos \alpha)} / (n \cdot \pi \cdot R_g) . \quad (13)$$

Анализируя схему развертки спирали, рисунок 2 можем определить шаг спирали

$$\text{tg} \psi = 2\pi \cdot R_g / H . \quad (14)$$

Однако необходимо учитывать возможное защемление клубней витком спирали, которое приводит к протаскиванию клубней в щели их деформацию и повреждение. Для предотвращения данного эффекта угол спирали должен быть больше либо равен углу трения клубней о материал ролика  $\varphi$ .

### Список используемой литературы

1. Н.И. Кленин. Сельскохозяйственные машины: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, - Н.Колос 2008 – 816с.
2. Колчин Н.Н. Комплексы машин и оборудования для послеуборочной обработки картофеля и овощей.- М.: Машиностроение. 1982. – 268с.

УДК 631.362.3:633.491

**В.Н. Еднач, Д.Н. Бондаренко, Ю.М. Урамовский, к.т.н.**

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

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАЗДЕЛЕНИЯ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ НА ФРАКЦИИ

Одним из основных показателей качества работы картофелесортировальных машин, являются точность разделения на фракции, производительность калибрующей поверхности и степень повреждений которые получают клубни при калибровке.

Для оценки эффективности работы калибрующей поверхности с продольным расположением роликов, проведен цикл экспериментальных исследований в которых оценивалось влияние конструктивных и технологических параметров калибрующей поверхности на количественные и качественные показатели процесса разделения на фракции.

На калибрующей поверхности с продольным положением роликов процесс разделения осуществляется по толщине клубней.

Конструкция лабораторной установки позволяет получить разный шаг изменения рабочих параметров калибрующей поверхности и подающего транспортёра для реализации факторных экспериментов.

С позиции системного анализа калибрующее устройство можно представить в виде сложной кибернетической многомерной системы вход-выход. Выходной блок этой системы представляет собой агротехнические показатели разделения клубней по фракциям т.е. коэффициенты точности сортирования по фракциям.

Входной блок создаёт все факторы (управляющие) влияющие на выходные показатели системы. Исследование функционирования таких систем сводится к установлению аналитических зависимостей агротехнических показателей качества работы калибрующего устройства от входных факторов.

Входной блок динамической модели калибрующей поверхности включает три группы факторов:

Кинематические:  $i$  – передаточное отношение механизма привода роликов.

Конструктивные:  $\alpha$  - угол наклона калибрующей поверхности;  
 $L$  – рабочая длина калибрующей поверхности.

Технологические:  $q$  – секундная подача картофельного вороха.

Выходными факторами модели являются показатели:  $r_{\Sigma 1}$  – коэффициент точности сортирования по каждой фракции;  $r$  – общий коэффициент точности сортирования. Также учитывалась степень повреждения клубней.

Из перечисленных выше факторов выделим те, влияние которых рассмотрено лишь теоретически и в полной мере не изучено, даль-

нейшем экспериментальные исследования будут направлены на изучение влияния данных факторов и их оптимизацию.

X1 – передаточное отношение механизма привода роликов,

X2 – угол наклона калибрующей поверхности,

X3 – подача клубненного вороха.

Таблица 1 – Интервалы и уровни варьирования факторов

Уровни варьирования	Кодированные значения	Факторы		
		X1,	X2, град	X3, кг/с
Верхний	+1	0,9	45	3,61
Основной	0	0,8	30	2,92
Нижний	-1	0,7	15	2,23
Интервал варьирования		0,1	15	0,69

Калибрующее устройство предусматривает разделение клубней на две фракции и поэтому секундная подача картофельного вороха  $q$  представлена как сумма этих фракций.

$$q = m_{\Sigma} = m_k + m_c, \quad (1)$$

где  $m_{\Sigma}$ - суммарная масса клубней всех фракций;  $m_k$ - масса клубней крупной фракции;  $m_c$ - масса клубней средней (просеиваемой) фракции.

Для проведения лабораторных исследований использовался картофель сорта «Скарб», фактическая урожайность составляла 154 ц/га.

Состав картофельного вороха подготовленного к проведению опытов подобран на основании корреляционной таблицы веса и толщины клубней сорта «Скарб», собранного с контрольного участка.

Клубни крупной фракции 35,8% свыше 80 г;

Клубни средней фракции 33,9 %, 51 – 80 г;

Клубни мелкой фракции 30,3% до 50 г.

Результаты разделения клубней на фракции оценивались по параметрам, необходимым для определения коэффициента точности по каждой фракции и общего коэффициента точности сортирования.

Эти коэффициенты вычисляем следующим образом:

Общий коэффициент точности сортирования

$$r = \frac{100 \cdot \left( \sum_1^n m_i \right)}{m_{\Sigma}} \% , \quad (2)$$

где  $n$  - число фракций;

$m_{\Sigma}$  - суммарная масса клубней всех фракций;

$m_i$  - масса клубней оказавшихся в данной фракции и отвечающих её требованиям.

Коэффициент точности сортирования по каждой фракции крупной и средней определяем по формуле

$$r_{\Sigma i} = \frac{m_i \cdot 100}{m_{\phi i}} \%, \quad (3)$$

где  $m_{\phi i}$  - общая масса клубней, выделенных в данную фракцию.

В соответствии с данными эксперимента, получено адекватное уравнение регрессии, определяющее зависимость точности разделения клубней картофеля на фракции от передаточного отношения между роликами, подачи массы, угла наклона калибрующей поверхности, в ходе эксперимента также учитывалась длина калибрующей поверхности. Таким образом эксперимент проводился для поверхностей имеющих длину 60см, 80см и 120см.

Точность выделения клубней мелкой фракции на калибрующей поверхности длиной 60 см описана уравнением регрессии и имеет вид

$$r = 85,039 - 1,751x_1x_2 - 4,382x_1x_3 - 2,235x_2x_3 - 0,448x_1^2 - 2,441x_2^2 - 2,426x_3^2 + 3,57x_1 - 0,128x_2 + 3,994x_3. \quad (4)$$

Для перевода кодированного значения факторов в натуральные используем формулы перевода, подставляя их в уравнение 4

$$X_1 = \frac{\alpha - 35}{5}; \quad X_2 = \frac{i - 0,8}{0,1}; \quad X_3 = \frac{q - 2,92}{0,69}.$$

После подстановки формула принимает следующий вид

$$r = 85,033 - 28,017\alpha i - 37,1\alpha q - 75,66iq - 26,88\alpha^2 - 15,62i^2 - 29,97q^2 + 126,9\alpha + 133,9i + 189,61q. \quad (5)$$

Графическая зависимость полученного результата представлена на рисунке 1.

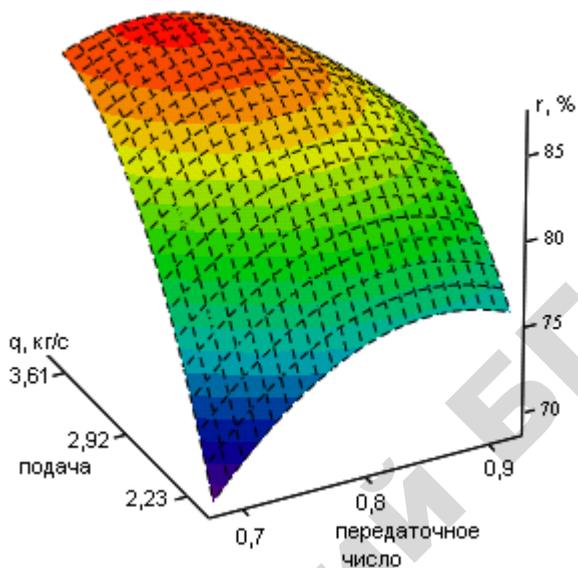


Рис. 1. График изменения точности калибрования клубней картофеля мелкой фракции в зависимости от подачи вороха и передаточного отношения между роликками, при длине поверхности 60см, угле наклона 30 градусов.

Выражение оптимизации точности выделения клубней крупной фракции, в нормированных координатах, на калибрующей поверхности длиной 80 см описана уравнением регрессии и имеет вид

$$r_{\kappa} = 95,32 - 1,751 \cdot X_1 X_2 + 0,642 \cdot X_1 X_3 - 0,171 \cdot X_2 X_3 - 8,254 \cdot X_1^2 - 0,358 \cdot X_3^2 - 6,825 X_1 - 2,857 \cdot X_2 + 0,576 \cdot X_3; \quad (6)$$

После преобразования в натуральных значениях выражение примет вид

$$r_{\kappa} = -393,77 - 28,017 \cdot \alpha i + 5,44 \cdot \alpha q - 5,79 \cdot i q - 495,24 \cdot \alpha^2 - 4,424 \cdot q^2 + 999,41 \alpha + 10,95 i + 6,765 q. \quad (7)$$

Зависимость полученного результата точности выделения сходящей фракции представлена на рисунке 2.

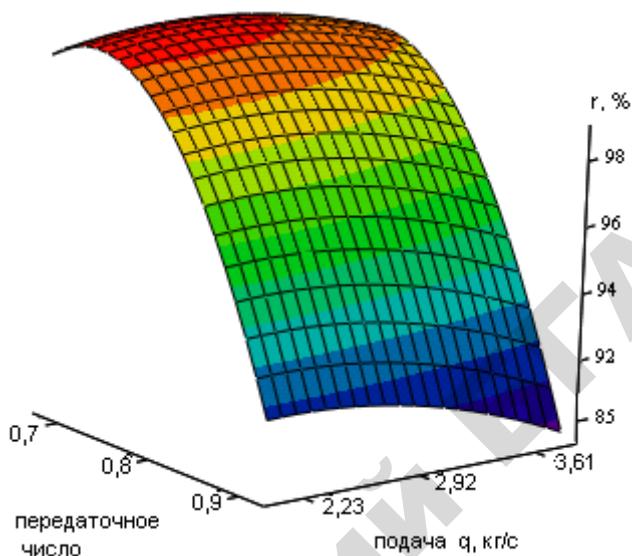


Рисунок 2- График изменения точности калибрования клубней картофеля сходящей фракции в зависимости от подачи вороха и передаточного отношения между роликами, при длине поверхности 80см, угле наклона 30 градусов.

Анализ полученных результатов указывает на существенное влияние передаточного отношения роликовой поверхности на качественные показатели процесса калибрования.

С увеличением длины калибрующей поверхности точность выделения сходящей фракции увеличивается, а проходной уменьшается.

Установлена критическая величина угла наклона калибрующей поверхности в 35 градусов после увеличения которой резко ухудшается точность разделения картофеля на фракции.

При снижении подачи картофельного вороха ниже оптимальной величины снижается точность разделения клубней на фракции. Это вызвано тем, что на более свободной калибрующей поверхности клубни в большей степени перемещаются относительно элементов, при этом из-за повышенной скорости вероятность их прохода в отверстия снижается.