

2. Национальная программа развития местных и возобновляемых энергоисточников на 2011 – 2015 годы. Утверждена постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 10.05.2011 г., №586.

3. Экономические аспекты применения твердотопливных воздухонагревателей и местных видов топлива для сушки зерна / В. Н. Дашков [и др.] // Проблемы интенсификации животноводства с учетом охраны окружающей среды и производства альтернативных источников энергии, в том числе биогаза / Институт технологических и естественных наук в Фалентах, отделение в Варшаве. – Варшава, 2018. – С. 38–40.

4. Использование местных видов топлива в сельскохозяйственном производстве Республики Беларусь / В. П. Чеботарев [и др.] // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 21–22 окт. 2009 г. / Национальная академия наук Беларуси, Республиканское унитарное предприятие Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства. – Минск, 2009. – Т. 2. – С. 33–37.

5. Сравнительный анализ местных видов топлива / В. П. Чеботарев [и др.] // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск 17–19 окт. 2007 г. / Минск, 2007. – Т. 2. – С. 214–218.

6. Torben, S. Straw to Energy. Status, Technologies and Innovation in Denmark 2011 / S. Torben. – Tjele: Agro Business Park A/S, 2011. – 40 p.

УДК 631.362.3:633.491

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ РОЛИКОВЫХ КАЛИБРУЮЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

В. Н. ЕДНАЧ, канд. техн. наук;

В. П. ЧЕБОТАРЕВ, д-р техн. наук, профессор;

Д. Н. БОНДАРЕНКО, ст. преподаватель

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

Ведение. Важным компонентом пунктов послеуборочной обработки являются сортировальные машины с различными типами рабочих поверхностей. Наиболее распространенными в мировой и отечественной практике являются роликовые сортирующие поверхности с цилиндрическими или фигурными роликами. Но в то же время качество калибрования не обеспечивается в полной мере.

Основная часть. Многочисленными исследованиями установлено [1], что важным преимуществом роликовых сортировок является высокая точность разделения клубней по фракциям. Анализ сравнительных характеристик процесса сортирования на наиболее эффективных с точки зрения точности калибровки поверхностях показал, что недостатком роликовых поверхностей является значительная повреждае-

мость клубней, на порядок превышающая алогичный показатель транспортерных классификаторов.

Если по показателю точности сортирования роликовая рабочая поверхность практически соответствует действующим стандартам [2], то повреждаемость клубней не может быть признана удовлетворительной и диктует необходимость проведения дальнейших исследований с целью их снижения.

Изучение работы роликовых сортировальных поверхностей показывает, что основные повреждения наносятся клубням при защемлении или протаскивании их сквозь калибрующие щели или отверстия (при фигурных роликах) [3]. Защемление клубней отсутствует, если окружные скорости клубней относительно разнонаправленных роликов равны. Это возможно, если клубень имеет форму шара. Однако в реальности поверхность клубня имеет сложную форму, что приводит к проскальзыванию и защемлению клубней. Клубень при движении по роликовой поверхности ориентируется своей наибольшей длиной параллельно оси роликов. На основании этого можно рассматривать клубень как эллипс со сторонами, равными толщине и ширине клубня. Предположим, что защемление происходит в случае, если по ролику, движущему его вниз (первый ролик), клубень проходит большее расстояние, чем по ролику, движущему его вверх (второй ролик). При этом окружные скорости клубня относительно поверхности роликов будут разные. Это очевидно, если рассматривать фигуры эллипса и круга.

Рассмотрим две фигуры произвольных размеров – круг и эллипс. При повороте круга и эллипса на угол ψ , к примеру, равный 45° , круг любыми двумя точками на своей окружности пройдет одинаковое расстояние, а эллипс разными своими частями пройдет разное расстояние (не учитывая полный оборот). Эта закономерность показывает причину повреждения клубней на роликовых поверхностях.

Рассматривая эллипс с учетом данной закономерности, делаем вывод, что окружная скорость эллипса в различных частях разная и зависит от радиуса качения (расстояния от центра до точки измерения). Наибольшее отличие будут иметь точки, лежащие на наименьшем r_c (толщине) и наибольшем r_b (ширине) радиусах. Скорости в этих точках выразим как

$$V_c = \omega \cdot r_c, \quad V_b = \omega \cdot r_b, \quad (1)$$

где ω – угловая скорость клубня, c^{-1} .

Предположим, что система клубень между двумя роликами это фрикционный механизм, в котором вращение передается от первого ролика через клубень на второй ролик, при этом пренебрегаем силами трения и буксованием.

В зависимости от положения клубня на роликах возможен контакт клубня с наименьшим и наибольшим поперечным радиусами. При контакте клубня с первым (ведущим) роликом в зоне наименьшего поперечного радиуса клубня окружная скорость, передаваемая от первого ролика V_1 , задающего движение системе, клубню, определяется как V_{kc} :

$$V_1 = 2 \cdot \pi \cdot n_1 \cdot R_1 = V_{kc} = 2 \cdot \pi \cdot n_k \cdot r_c \quad (2)$$

Окружная скорость, передаваемая второму ролику V_2 от клубня в зоне контакта ролика с шириной клубня r_b и скоростью V_{kb} :

$$V_{kb} = 2 \cdot \pi \cdot n_k \cdot r_b = V_2 = 2 \cdot \pi \cdot n_2 \cdot R_2 \quad (3)$$

На основании чего можем предположить, что если разность скоростей от размеров клубня компенсировать разностью скоростей от вращения роликов, то защемления можно избежать. Разность скоростей обозначим как $V_{вых}$ и определим по формуле

$$V_{вых} = V_{kb} - V_{kc} = 2 \cdot \pi \cdot n_k \cdot (r_b - r_c) \quad (4)$$

Разность скоростей, позволяющая клубням не защемляться роликами, определена из выражений (2) и (4)

$$V_{вых} = 2 \cdot \pi \cdot n_1 \cdot R_1 \cdot (r_b - r_c) / r_c \quad (5)$$

Пример расчета показал, что при частоте вращения ролика $1,95 \text{ с}^{-1}$ и передаточном отношении 0,8 скорость выхода клубня $0,096 \text{ м/с}$.

Взаимосвязь скоростей роликов определена как

$$V_2 = V_1 + V_{вых} \quad (6)$$

$$2 \cdot \pi \cdot n_2 \cdot R_2 = 2 \cdot \pi (n_1 \cdot R_1 + n_k \cdot (r_b - r_c)) \quad (7)$$

После преобразования получим:

$$n_2 \cdot R_2 = n_1 \cdot R_1 + n_k \cdot (r_b - r_c) \quad (8)$$

После подстановки в полученное выражение (8) выражения (2), определим частоту вращения второго ролика:

$$n_2 \cdot R_2 = n_1 \cdot R_1 + \frac{n_1 \cdot R_1}{r_c} \cdot (r_b - r_c) = n_1 \cdot R_1 \cdot \left(1 + \frac{(r_b - r_c)}{r_c}\right),$$

$$n_2 = \frac{n_1 \cdot R_1}{R_2} \cdot \left(1 + \frac{(r_b - r_c)}{r_c}\right). \quad (9)$$

Взаимосвязь между частотами вращения первого и крайнего роликов калибрующей поверхности с учетом количества роликов N получена из выражения (9) и определена как

$$n_N = \frac{n_1 \cdot R_1}{R_N} \cdot \left(1 + \frac{(r_b - r_c)}{r_c}\right)^{(N-1)}. \quad (10)$$

Передаточное отношение определено как

$$i' = \frac{n_2}{n_1} = \frac{R_1}{R_2} \cdot \left(1 + \frac{(r_b - r_c)}{r_c}\right) = 1 + \frac{(r_b - r_c)}{r_c} = \frac{r_b}{r_c}. \quad (11)$$

Соответственно, увеличение частоты вращения роликов от более медленного в центре поверхности к более быстрому ролику, находящемуся на краю поверхности с учетом формы клубня, может быть определено как

$$i' = b_{\kappa} / c_{\kappa}. \quad (12)$$

Необходимо учесть тот факт, что с конструктивной точки зрения у максимальной частоты вращения роликов есть ограничение, обусловленное отрывом клубней от поверхности, когда центробежное ускорение клубня на ролике превысит ускорение свободного падения. Максимальная частота вращения – $3,9 \text{ с}^{-1}$ при радиусе роликов $0,016 \text{ м}$ и средним радиусе клубня $0,025 \text{ м}$. Кроме того, одним из условий ограничения частоты вращения роликов также может служить максимально допустимая скорость контакта клубня $V_{\kappa \text{ max}} = 1 \text{ м/с}$ [1]. С учетом вышеперечисленных ограничений максимальной частоты вращения крайнего ролика передаточное отношение целесообразно рассчитывать в сторону уменьшения, и оно может быть определено как

$$i = c_{\kappa} / b_{\kappa}. \quad (13)$$

Анализируя предоставленные выражения, можно сделать вывод о целесообразности использования в конструкции роликовых калибрующих поверхностей индивидуального привода рабочих органов с воз-

возможностью бесступенчатой регулировки скорости вращения. В зависимости от преобладающей формы клубней задается передаточное отношение, установленное по средним значениям диапазона оборотов роликов калибровочного устройства.

Таким образом, проанализировав клубни различных сортов, таких как «Скарб», «Ласунак», «Адрета» и др., выделим пять основных форм (табл. 1).

Таблица 1. Коэффициент формы клубня в поперечном сечении

Форма клубня	Коэффициент формы K_p
Округлая	Более 0,9
Округлая – овальная	0,89...0,8
Овальная	0,79...0,7
Удлиненно – овальная (плоско-овальная)	0,7...0,61
Удлиненная (плоская)	Менее 0,6

Анализируя изложенное, приходим к выводу о целесообразности использования в качестве критерия передаточного отношения между роликами коэффициента формы. Приняв максимальную допустимую скорость роликов 1 м/с, можем определить скорость роликов калибрующей поверхности. Полученные результаты расчетов представлены в табл. 2.

Таблица 2. Зависимость изменения окружной скорости роликов от передаточного числа

Передаточное число	Номер ролика				
	1	2	3	4	5
0,9	0,6561	0,729	0,81	0,9	1
0,85	0,522006	0,614125	0,7225	0,85	1
0,8	0,4096	0,512	0,64	0,8	1
0,75	0,316406	0,421875	0,5625	0,75	1
0,7	0,2401	0,343	0,49	0,7	1
0,65	0,178506	0,274625	0,4225	0,65	1
0,6	0,1296	0,216	0,36	0,6	1

Регулировка скоростей роликов проще всего осуществима при использовании гидропривода, путем установки дросселей и шайб, позволяющих изменять подачу масла на гидромоторы привода вальцов.

Заключение. Экспериментальная проверка роликовой сортирующей поверхности с регулируемым передаточным отношением показала

существенное снижение повреждаемости клубней в среднем на 15–45 %.

Учитывая разность скоростей роликов и особенность формы сорта картофеля, можно достичь высокого качества сортирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колчин, Н. Н. Комплексы машин и оборудования для послеуборочной обработки картофеля и овощей / Н. Н. Колчин. – М.: Машиностроение, 1982. – 268 с.
2. Картофель свежий продовольственный, заготавливаемый и поставляемый. Термины и определения: ГОСТ 7176–85. – Введ. 13.05.1985. – М.: Гос. комитет СССР по стандартам, 1985. – 5 с.
3. Повышение эффективности предпродажной подготовки картофеля / В. Н. Еднач [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. темат. сб.: в 2 т. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2013. – Вып. 47. – Т. 1. – С. 181–187.

УДК 631.611

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ ОСВОЕНИЯ ЦЕЛИННЫХ ЗЕМЕЛЬ В XX ВЕКЕ

И. М. КУЛИШ, канд. наук государственного управления,
старший научный сотрудник ГУ «Институт региональных исследований
им. М. И. Долишного Национальной академии наук Украины»,
Львов, Украина

Введение. Сегодня большое внимание уделяется влиянию человеческой деятельности на природу, особенно в тех случаях, когда это имело негативные последствия или вызвало техногенные катастрофы, которые случаются повсеместно. Поиск путей решения проблем, которые возникают в результате губительных для окружающей среды действий человека прочно вошел в порядок дня многих международных организация и национальных стратегий развития большинства стран мира, среди главных целей которых – минимизация и нивелирование урона экологии.

Указанная проблема находится под пристальным вниманием исследователей, среди них ведущие украинские ученые: Д. Бирюков, В. Кравцов, П. Музыка, В. Потапенко, Е. Яковлев и многие другие. Этот вопрос не обходят вниманием и зарубежные исследователи: Д. Бабаева, Л. Браун, С. Старикович, С. Хадбаатар и другие. Исследованием проблем техногенного воздействия занимаются также межгосударственные институты: Организация Объединенных Наций, Евро-