

Зависимость $E_{TC} = f(K_{II})$, полученная в диапазоне температур испытания от 240 до 300 °С (кривая 2'), описывается квадратичным уравнением, более интенсивное увеличение коэффициента E_{TC} по сравнению с коэффициентом K_{II} вызвано увеличением летучести масла Aqir Tecsint. Поэтому чем меньше угол наклона зависимости $E_{TC} = f(K_{II})$ к оси ординат, тем выше скорость деструкции присадок, но ниже скорость испарения масла.

Выводы

1. При термостатировании синтетических моторных масел установлено, что масло Aqir Tecsint склонно к более интенсивной температурной деструкции, летучесть масел в диапазоне температур от 140 до 260 °С практически совпадает, вязкость в температурном диапазоне от 140 до 240 °С также совпадает, однако вязкость масла Aqir Tecsint в диапазоне от 240 до 300 °С резко увеличивается (на 25%), сопротивляемость температурным воздействиям у исследованных масел одинакова.

2. В качестве критерия температурной стойкости предложен коэффициент, определяемый суммой коэффициентов поглощения светового потока и летучести масел, что позволяет их сравнивать и выбирать наиболее термостойкие масла.

Литература

1. Семенов А.П. Высокотемпературные твердые смазочные вещества // Трение и износ. – 2007. – Т.28, №5. – С. 525–538.
2. Матвеевский Р.М., Буяновский И.А., Лазовская О.В. Противозадирная стойкость смазочных сред при трении в режиме граничной смазки. – М.: Наука, 1978.
3. Виноградов Г.В. Опыт исследования противозадирных свойств углеродистых смазочных сред // Методы оценки противозадирных и противоизносных свойств смазочных материалов. – М.: Наука, 1969. – С. 3–11.



УДК 631:363(031)

Л.Г. Крючкова, С.М. Доценко

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЛИНИИ ПОДГОТОВКИ КОРНЕПЛОДОВ СОРТА КУУЗИКУ К СКАРМЛИВАНИЮ ЖИВОТНЫМ

В статье обоснован способ очистки корнеплодов сорта куузику с помощью V-образного рабочего органа. По результатам экспериментальных исследований получены модели оценки процесса очистки корнеплодов, на основании которых определены оптимальные значения его параметров, а также технических средств, осуществляющих подачу и измельчение корнеплодов.

Ключевые слова: кормовые продукты, корнеплоды, питатель, способ очистки, очиститель, измельчитель, параметры.

L.G. Krjuchkova, S.M. Dotsenko

THE SUBSTANTIATION OF THE LINE TECHNICAL MEANS PARAMETERS FOR THE PREPARATION OF KUUZIKU SORT ROOT CROPS FOR THE ANIMALFEEDING

The way of root crop kuuzikusortpeeling by means of V-shape movable object is substantiated in the article. According to the results of experimental research the assessment models of root crop peelingprocess are received. Its parameter optimum values, and also technical means carrying out giving and root crop crushing are defined.

Key words: fodder products, root crops, a feeder, peeling way, peeler, crushing machine, parameters.

Введение. Известно, что корнеклубнеплоды в кормовом балансе страны занимают значительное место и скармливаются сельскохозяйственным животным всех видов. При этом культуры, относящиеся к этой группе кормов, при соблюдении соответствующей агротехники дают с единицы площади больше питательных веществ, чем травы и зерновые вместе (кроме кукурузы) [1].

Особый интерес из данного вида кормов представляет гибрид брюквы сорта куузику, который даёт урожай корней 800–900 ц/га и по 200–300 ц/га зелёного листа [1].

Однако, ввиду больших габаритных размеров таких корнеплодов, их механизированная подготовка к скармливанию животным затруднена. При этом качественные показатели по процессам их подачи, очистки от почвенных примесей и измельчения не соответствуют предъявленным требованиям.

Цель исследований. Обоснование схемы и параметров технических средств технологической линии подготовки корнеплодов сорта куузику к скармливанию животным.

Задачи исследований:

1. Разработать конструктивно-технологическую схему линии подготовки корнеплодов сорта куузику, включающую технические средства для их подачи, сухой очистки и измельчения.
2. Аналитическим и экспериментальным путём обосновать оптимальные параметры питателя, очистителя и измельчителя корнеплодов, увязанных в технологическую линию их подготовки к скармливанию.

Методика. Неравномерность подачи корнеплодов оценивалась коэффициентом вариации δ_n и определялась путём взятия проб с последующим взвешиванием плодов на каждом метре приёмного транспортера питателя с последующим расчётом среднеквадратичного отклонения и средней массы i -го количества проб ($n=100$). Степень загрязнённости корнеплодов определялась как отношение массы загрязнений к массе загрязнённых корнеплодов при том же количестве проб. Степень измельчения определялась как отношение диаметра корнеплода к среднему размеру полученных частиц.

На рисунке 1 представлена разработанная авторами статьи конструктивно-технологическая схема линии подготовки куузику к скармливанию сельскохозяйственным животным.

В состав данной линии входит комплект новых технических средств, выполненных на уровне изобретений [2–4]. При этом подача корнеплодов, с большими размерными характеристиками – длиной l и диаметром D , осуществляется питателем 1 путём принудительной подачи продукта на сухую очистку.

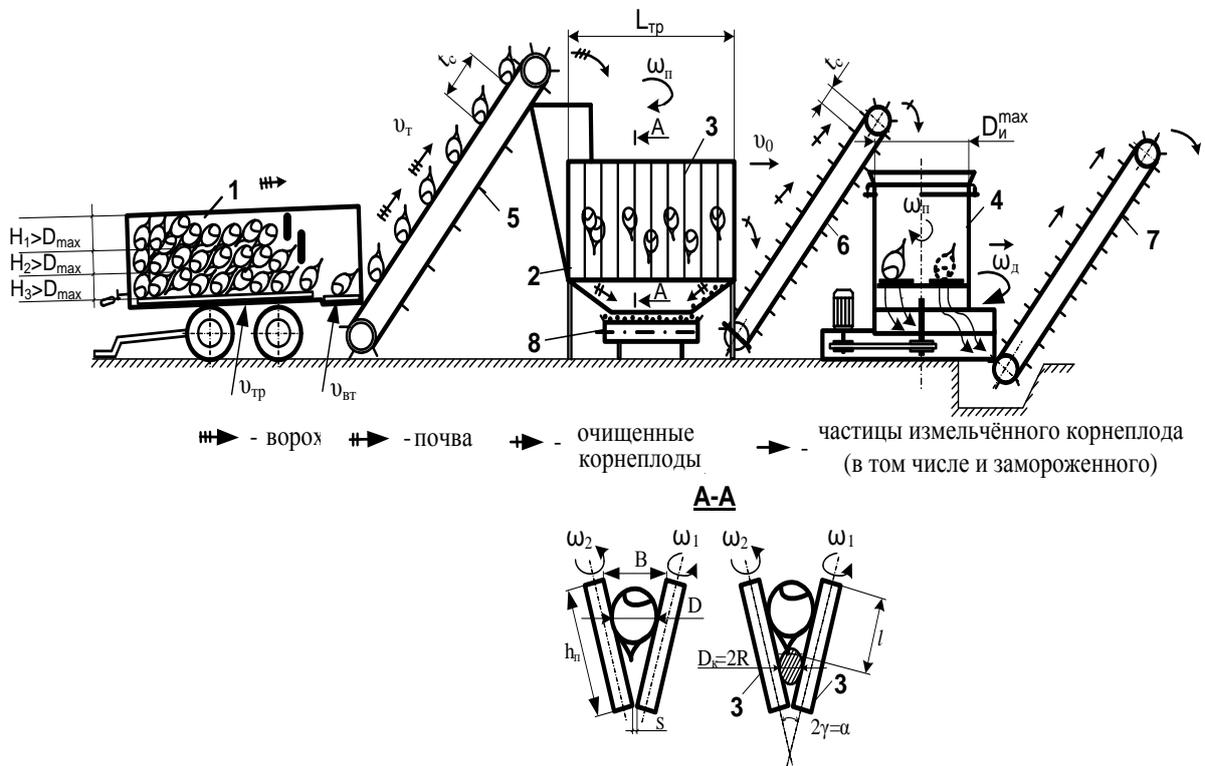


Рис. 1. Конструктивно-технологическая схема линии подготовки корнеплодов к скармливанию животным: 1 – питатель корнеплодов; 2 – очиститель; 3 – прутковые транспортеры; 4 – измельчитель дискового типа; 5–8 – скребковые транспортеры

Процесс сухой очистки корнеплодов куузику осуществляется с помощью очистителя 2, включающего V-образный рабочий орган. Который образован двумя прутковыми транспортерами 3, размещёнными на раме по отношению друг к другу под углом $2 \cdot \gamma = \alpha$ (рис.1).

При этом ширина каждого из прутковых транспортёров 3, характеризуется параметром h_n , а поперечное сечение V-образного рабочего органа – параметрами B и S . Правильным выбором параметра B обеспечивается возможность размещения корнеплодов и комков почвы в V-образном зазоре, а параметра S – выход почвы из зазора после разрушения комка (рис.1).

Процесс движения плодов и комков почвы также характеризуется скоростью их движения U_0 .

Согласно схеме, представленной на рисунке 1, очищенные от почвенных примесей и растительных остатков корнеплоды поступают в камеру дискового измельчителя 4. В дисковом измельчителе с корнеплода, вращающегося вокруг своей оси, ножами, закреплёнными на диске, снимается «стружка», которая вначале попадает в поддисковое пространство, а затем на транспортёр 7 и далее по назначению.

Процесс измельчения корнеплодов, с исходными размерами l и D , характеризуется правильным выбором конструктивного параметра камеры – $D_u > 2D$, а также режимной продолжительностью измельчения плода – $t_{изм}$.

При этом продолжительность измельчения корнеплода $t_{изм}$ в камере измельчителя должна быть не более величины промежутка времени подачи – $t_c \cdot k$ очередного плода в камеру измельчения, где k – коэффициент, устанавливаемый эмпирическим путём.

В самом общем случае качественные показатели работы питателя 1, очистителя 2 и измельчителя 4 характеризуются соответствующими критериями – равномерностью подачи δ_n , степенью загрязнённости δ_3 и степенью измельчения продукта $\lambda_{изм}$.

Для осуществления равномерной подачи корнеплодов питателем 1 необходимо правильно выбрать значения параметров – H_1, H_2, H_3 .

Их значения обосновали с учётом размерных характеристик плодов кузику l и D .

На основании экспериментальных исследований установлено, что данные параметры изменяются в следующих пределах: $l=0,2-0,45$ м, а $D=0,1-0,22$ м.

Следовательно, с учётом полученных данных можно принять, что $H_1=H_2=H_3 \geq D_{max}$.

При данных значениях параметров питателя будет обеспечиваться поярусный сдвиг плодов в бункере питателя с высотой яруса не менее $H_1 \approx H_2$ и беспрепятственное прохождение корнеплодов в зазоре размером $H_3 \approx D_{max}$ и интервалом времени, равным $t_{изм}$, что в конечном итоге позволит получить кормовой поток с равномерностью подачи не ниже требуемой – $[\delta_n] \leq \pm 15\%$.

Анализом также установлено, что параметры очистителя с V-образным рабочим органом в значительной степени зависят от исходной загрязнённости вороха – δ_3'' , влажности – $w_в$, диаметра почвенных комков $D_k = 2R, d = 2r$, а также ряда других менее значимых факторов.

Принцип работы очистителя данного типа основан на возможности придания корнеплоду и комкам почвы сложного движения, включающего вращательное вокруг своей оси ω_c и поступательное U_0 .

Для качественного выполнения процесса очистки корнеплодов необходимо, чтобы соблюдалось следующее условие [5]:

$$\lambda_0 = \frac{v_2}{v_1} > 1, \quad (1)$$

где λ_0 – показатель кинематического режима работы очистителя;

v_1 – скорость движения полотна правого транспортёра;

v_2 – скорость движения полотна левого транспортёра.

На рисунке 2 представлена схема к обоснованию параметров очистителя.

Из подобия треугольников $\triangle CAE$ и $\triangle CBF$ имеем

$$\frac{AC}{v_1} = \frac{CB}{v_2} \quad \text{или} \quad \frac{a}{v_1} = \frac{D_k - a}{v_2}. \quad (2)$$

Отсюда следует, что

$$a = \frac{v_1}{v_1 + v_2} \cdot D_k = \left(1 + \frac{1}{\lambda_0}\right) \cdot D_k \quad (3)$$

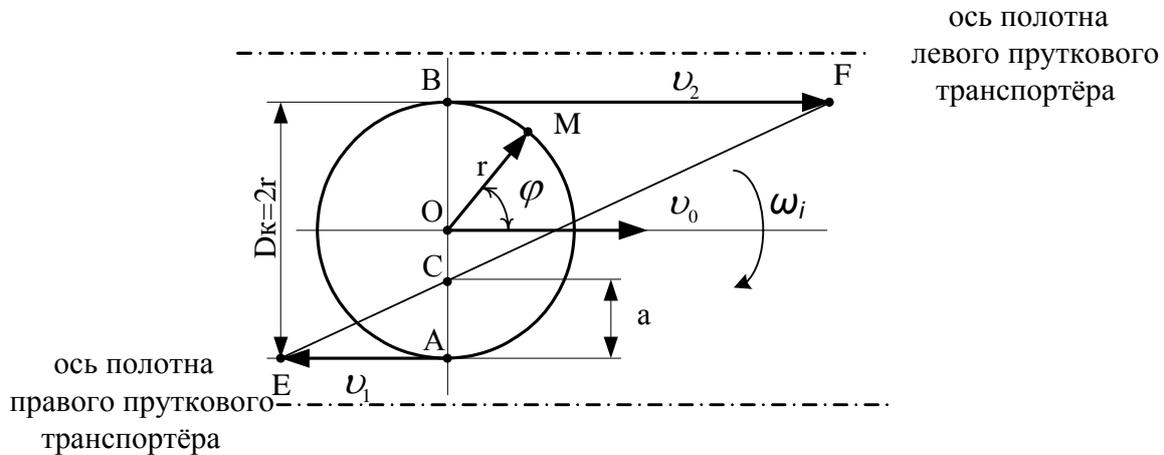


Рис. 2. Схема к обоснованию параметров очистителя корнеплодов с V-образным рабочим органом

С учётом равенства (3) запишем, что

$$CB = D_k - a = \frac{v_2}{v_1 + v_2} \cdot D_k = Q_0 + 1 \cdot D_k. \quad (4)$$

Тогда скорость продольного перемещения v_0 корнеплода и комка почвы составит

$$v_0 = \omega_i \cdot (r - a) = \frac{v_2 - v_1}{2}, \quad (5)$$

где ω_i — угловая скорость вращения составляющих вороха по высоте рабочей зоны V-образного рабочего органа.

С учётом зависимости (5) продолжительность разрушения t_p комка почвы радиусом R составит

$$t_p \leq 2\pi \cdot \left\{ \left[R_0 + \sum_{i=1}^n \left(R_i - \frac{h_{сл}}{2 \cdot \pi} \right) \right] \right\} \cdot \frac{2 \cdot R}{v_0 \cdot S}, \quad (6)$$

где R, R_i, R_0 — начальный, текущий и конечный радиусы комков почвы, с учётом снимаемого с них слоя почвы $h_{сл}$;

n — число снимаемых слоёв почвы (принимается равным числу оборотов комка);

S — размер нижнего зазора между полотнами транспортёров (рис.1).

Пропускную способность Q_0 очистителя определили с учётом параметра v_0

$$Q_0 = 0,5 \cdot (B + S) \cdot h_n \cdot v_0 \cdot \cos \alpha \cdot \rho_e \cdot \psi, \quad (7)$$

где B, S – верхнее и нижнее основания трапеции, за которую принято поперечное сечение V-образного рабочего органа;

h_n – ширина полотна транспортёров друг к другу;

α – угол установки полотен транспортёров;

ρ_e – плотность вороха;

ψ – коэффициент заполнения межтранспортёрного пространства ворохом.

Затраты энергии на привод очистителя определили с учётом длины полотен транспортёров L_{mp} и показателя кинематического режима работы устройства.

$$N_0 = \left\{ \frac{\sigma_{\text{сдв}} \cdot A + L_{mp} \cdot f \cdot P}{2 \cdot D_{\text{max}} \cdot \sin \alpha} \right\} \cdot v_0 \cdot (1 + \lambda_0) \quad (8)$$

где $\sigma_{\text{сдв}}$ – предельное напряжение сдвига почвы с поверхности корнеплодов и комков почвы;

A – площадь, с которой производится сдвиг почвы;

L_{mp} – длина полотен транспортёра;

f – коэффициент трения вороха о прутки полотна;

P – масса корнеплодов и комков почвы в V-образном зазоре устройства.

По результатам экспериментальных исследований получены следующие модели оценки процесса очистки корнеплодов, на основании которых определены оптимальные значения параметров:

$$\delta_3 = 82,116 - 35,863 \cdot L_{mp} - 56,199 \cdot \lambda_0 - 0,370 \cdot \alpha + 10,206 \cdot L_{mp}^2 + 18,144 \cdot \lambda_0^2 + 0,0006 \cdot \alpha^2 \leq \sigma_{\text{сдв}} \quad (9)$$

$$N_{y\partial} = \frac{N_0}{Q_0} = 27,10 - 0,691 \cdot L_{mp} - 1,827 \cdot \lambda_0 + 0,0008 \cdot \alpha - 0,011 \cdot L_{mp} \cdot \alpha + 0,321 \cdot L_{mp}^2 + 0,609 \cdot \lambda_0^2 + 0,0003 \cdot \alpha^2 \rightarrow \min, \quad (10)$$

где $L_{mp} = 1,47 - 1,76 \text{ м}$; $\lambda_0 = 1,5 - 1,55$; $\alpha = 23 - 30^\circ$, при которых $\delta_3 = 0,5 - 1,5\%$ и

$$N_{y\partial} = 0,83 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}.$$

При этом $\delta_3 < \sigma_{\text{сдв}}$, где $\sigma_{\text{сдв}}$ – допустимая по зоотехническим требованиям степень очистки корнеплодов, равная 2–3%.

Скорость движения выгрузного транспортёра $v_{\text{эм}}$ питателя корнеплодов выбирается из условия, при котором $v_{\text{эм}} < v_m$, где v_m – скорость скребкового транспортёра – 5, что, вследствие «растяжения» потока подачи, обеспечивает выполнение условия $t_c \cdot k > t_{\text{изм}}$, где $t_{\text{изм}}$ – продолжительность измельчения корнеплода, диаметром D_{max} , находящегося в камере измельчителя 4 (рис.1).

При указанных значениях параметров пропускная способность очистителя составила $Q_0 = 5 \text{ м}^3 / \text{ч}$.

Пропускная способность измельчителя $Q_{\text{изм}}$ и допустимое значение подачи корнеплодов питателем $1 Q_n$ определяется из следующего условия:

$$Q_{изм} \geq Q_0 \geq Q_n. \quad (11)$$

Производственная проверка показала, что при пропускной способности измельчителя $Q_{изм} = 5m/ч$ степень измельчения продукта составила $\lambda_{изм} = 300$.

Выводы

Проведённые теоретические и экспериментальные исследования позволили разработать конструктивно-технологическую схему линии подготовки корнеплодов сорта кузуки к скармливанию животным, которая включает питатели с принудительной подачей продукта, очиститель с V-образным рабочим органом, а также измельчитель дискового типа, работающий по принципу снятия стружки с вращающегося вокруг своей оси корнеплода.

На основании проведённых исследований определены параметры дозирующего зазора питателя корнеплодов, который должен быть не менее $H_3 > 22 \text{ мм}$.

Аналитическим путём получены расчётные зависимости для определения времени разрушения комка почвы t_p , производительности очистителя Q_0 , а также мощности, затрачиваемой на процесс очистки вороха от примесей.

Экспериментально установлено, что длина прутковых транспортёров очистителя, при подаче $Q_0 = 5m/ч$, должна быть в пределах $L_{тр} = 1,47 - 1,76 \text{ м}$, показатель кинематического режима $\lambda = 1,5 - 1,55$, а угол наклона прутковых транспортёров друг к другу $\alpha = 25^\circ$.

При указанных значениях параметров и пропускной способности разработанной линии, равной $5m/ч$, степень измельчения корнеплодов сорта кузуки измельчителем дискового типа составила $\lambda_{изм} = 300$.

Литература

1. Справочник по кормлению сельскохозяйственных животных / А.М. Венедиктов [и др.]. – М.: Россельхозиздат, 1983. – 303 с.
2. А.с. №1584846 РФ. Питатель корнеклубнеплодов / С.М. Доценко [и др.]. – № 4465901/15; заявл. 22.07.88; опубл. 15.08.1990, Бюл. № 30. – 3 с.
3. А.с. №1662399 РФ. Устройство для очистки корнеклубнеплодов от примесей / С.М. Доценко [и др.]. – №4478350/15; заявл. 18.08.88; опубл. 15.07.1991, Бюл. № 26. – 4 с.
4. Пат. №2124283 РФ. Измельчитель тыквы и корнеплодов / С.М. Доценко, Е.В. Сохимо. – № 97100199/13; заявл. 06.01.1997; опубл. 10.01.1999, Бюл. №1. – С.15.
5. Доценко С.М., Чурилов В.К. Теоретическое обоснование параметров процесса сухой очистки корнеклубнеплодов // Механизация работ в животноводстве. – Благовещенск, 1994.

