

Ramaniuk N.N.

## TO REDUCE THE QUESTION IMPACT ON SOIL COMPACTED PNEUMOWHEEL PROPELLER

### *Annotation*

The article deals with the reduction of soil compaction by improving the vibrational equivalent of a tractor. Ingenious designs of wheels, suspension, dampers for the vehicle, the use of which will increase the smoothness, reduce the frequency of natural oscillations, vibrodynamic reduce the load on the chassis components, power means to increase the permeability of cell due to the increase of the contact wheel with the bearing surface, and reduce soil compaction.

**Key words:** soil, tire, suspension, damping, smooth running, cross-country, natural frequency, the contact patch, the support surface.

УДК 631.362.

**Романюк Н.Н., Агейчик В.А., Пашковский С.Д., Нукешев С.О.**

*(Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь,  
Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина, г. Астана, Казахстан)*

### ОРИГИНАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ МОЙКИ КОРНЕКЛУБНЕПЛОДОВ И МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЕЕ ПАРАМЕТРОВ

#### **Аннотация**

В статье рассматриваются вопросы подготовки корнеплодов к скармливанию. Проведенный патентный поиск позволил выявить недостатки существующих моющих устройств. Предложена оригинальная конструкция устройства для мойки корнеклубнеплодов, использование которой позволит повысить производительность и качество технологического процесса. Дана методика определения удельной энергоёмкости процесса мойки корнеклубнеплодов. Полученные зависимости могут быть использованы при проведении экспериментальных исследований, а также в методике расчета конструктивных и кинематических параметров моек корнеклубнеплодов.

**Ключевые слова:** корнеклубнеплоды, мойка, удельная энергоёмкость, мощность, процесс, очистка от загрязнений, производительность машины.

#### **Введение**

В создании прочной кормовой базы и организации полноценного кормления сельскохозяйственных животных велика роль кормовых корнеклубнеплодов. Анализ традиционной технологии показывает, что затраты энергии и труда на возделывание корнеплодов составляют 24,3% энергии и 23,8% труда, уборку – 46,9% и 41,3% и подготовку к скармливанию – 28,8% и 34,9% [1]. Отсюда следует, что при совершенствовании технологий и технических средств наибольшего внимания заслуживают уборка и подготовка к скармливанию кормовых корнеклубнеплодов. Сложность использования кормовых корнеклубнеплодов связана и с трудоемкостью подготовки их к скармливанию. В типовых схемах кормоцехов предусматривается мойка корнеплодов. Это влечет за собой повышенные расходы тепла на поддержание

температуры в кормоцехе, существенные расходы воды (до 250 кг на 1 т. корнеклубнеплодов) и значительные сложности со стоками загрязненной воды [1]. В существующих измельчителях и мойках корнеклубнеплодов значительная доля энергии расходуется не эффективно. Нет единого подхода к формированию и совершенствованию работы комплекса машин для заготовки и подготовки к скармливанию кормовых корнеплодов.

Поэтому проблема повышения технического уровня оборудования для мойки корнеклубнеплодов является актуальной и, особенно, в настоящее время – ввиду резкого роста стоимости энергоносителей.

Целью данных исследований явилась разработка устройства для мойки корнеклубнеплодов, позволяющего повысить производительность и качество технологического процесса.

### **Основная часть**

Проведенный патентный поиск показал, что известно устройство для мойки корнеклубнеплодов [2], содержащее моечную ванну, установленные в ней на вертикальном валу диск и шнек, заключенный в кожух, заборный раструб, выполненный в виде полого усеченного конуса, обращенного большим основанием вниз и установленного с зазором относительно кожуха шнека, причем заборный раструб выполнен приводным, при этом к его внутренней поверхности по спирали прикреплены лопасти, высота которых сверху меньше, чем внизу.

Такое устройство не обеспечивает высокое качество мойки корнеклубнеплодов, так как отсутствует постоянный приток чистой воды и равномерная подача ее к поверхности корнеклубнеплодов, при этом корнеклубнеплоды под действием собственного веса частично скатываются с вертикального шнека, тем самым снижая производительность устройства.

В Белорусском государственном аграрном техническом университете разработано оригинальное устройство для мойки корнеклубнеплодов [3] (рисунок 1).

Устройство для мойки корнеклубнеплодов состоит из ванны 1 сварной конструкции. Внутри ее вертикально установлен приводной вал 3 с закрепленным транспортирующим винтом в виде шнека 4, размещенным в кожухе 5. На нижнем торце вала 3 закреплен диск с лопастями активатора 2. Заборная часть кожуха шнека выполнена из вертикально расположенных с зазором между ними металлических прутьев в виде перфорированного цилиндра 6. Он проходит через отверстие верхнего дополнительного насадка 7, который представляет собой полый усеченный прямой круговой конус, закрепленный большим основанием вниз концентрично перфорированному цилиндру 6. Под верхним дополнительным насадком 7 впритык к нему расположен нижний основной насадок 8, который выполнен в виде обращенного большим основанием вверх полого усеченного прямого кругового конуса с двойными стенками его боковой поверхности, образующими полость для подвода воды от насоса по трубопроводу 11, при этом малые и большие диаметры внутренних боковых поверхностей насадков 7 и 8 равны между собой.

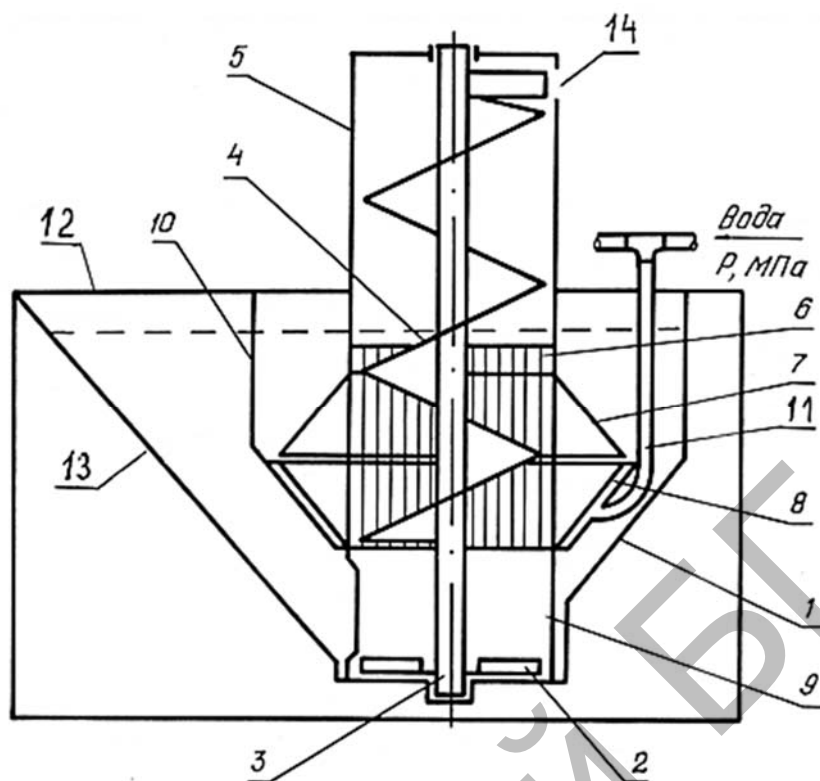


Рисунок 1 – Общий вид в разрезе устройства для мойки корнеклубнеплодов

Внутренняя стенка боковой конической поверхности нижнего основного насадка 8 выполнена перфорированной с помощью отверстий, образуя тем самым конусный кольцевой ороситель. Снизу к нижнему основному насадку 8 крепится цилиндрический направитель 9, связанный выполненным в нем боковым окном с разделителем потоков 10 и стенками ванны 1, образуя ограниченный проход для корнеклубнеплодов. В передней части направителя расположено загрузочное окно 12, а сбоку - окно с крышкой для удаления камней и тяжелых примесей.

Устройство для мойки корнеклубнеплодов работает следующим образом.

Ванна 1 заполняется водой до уровня сливного отверстия. Диск с лопастями активатора 2, вращаясь с валом 3, создает внутри устройства вихревой поток, а транспортер-загрузчик равномерно подает корнеплоды в мойку через загрузочное окно 12 по наклонному лотку 13 на поверхность активатора 2, где происходит отделение тяжелых примесей и камней, которые периодически удаляются через боковое окно. Корнеклубнеплоды под действием динамического потока жидкости находятся во взвешенном состоянии. Сильный турбулентный поток жидкости способствует частичному освобождению их от загрязнений. Направитель 9 ориентирует корнеклубнеплоды к нижнему обрезу шнека 4. Продвигаясь по его ленте вверх, они попадают в зону активной мойки, образованную конструкцией рабочего органа, где подвергаются гидродинамическому воздействию затопленных струй, вытекающих под напором из отверстий оросителя перфорированной внутренней стенки боковой конической поверхности нижнего основного насадка 8.

В зоне активной мойки происходит окончательное отделение оставшихся частиц почвы с поверхностей корнеклубнеплодов, и последние транспортируются шнеком 4 к выгрузному окну 14. Направленные под углом вверх затопленные струи воды, помимо

очистительного, оказывают воздействие на корнеклубнеплоды в вертикальном направлении, продвигая их вверх и повышая тем самым производительность устройства.

Удельная энергоёмкость процесса мойки определяется отношением мощности, затраченной в процессе очистки корнеплодов от загрязнений к единице производительности машины [4].

$$\varepsilon = \frac{\sum N}{Q}, \quad (1)$$

где  $\sum N$  – суммарная мощность, расходуемая в процессе мойки, кВт;  
 $Q$  – производительность мойки, т/ч.

Мощность, затрачиваемая в процессе мойки корнеплодов, определим по формуле [4, 5, 6]

$$\sum N = N_c + N_n + N_{mp}, \quad \sum N = N_c + N_n + N_{тр} \quad (2)$$

где  $N_c$  –  $N_c$ -мощность, расходуемая на преодоление сил сопротивления продвижению корнеплода в потоке жидкости, кВт;

$N_n$  –  $N_n$  – мощность, необходима для перемещения корнеплода по ленте шнека к выгрузному окну, кВт;

$N_{тр}$  –  $N_{тр}$  – мощность, потребляемая на преодоление сил трения в подшипниках и т.д., кВт.

Значением  $N_{mp}$   $N_{тр}$  можно пренебречь, т.к. она ничтожно мала по сравнению с рассматриваемыми величинами.

Мощность, затрачиваемая на преодоления сил сопротивления тела, обтекаемого потоком жидкости в трубе, находится по зависимости [4].

$$N_c = F_l \cdot V_m, \quad (3)$$

где  $F_l$  – сила лобового сопротивления корнеплода, Н;

$V_m$  – местная скорость потока, м/с.

Силу лобового сопротивления корнеклубнеплода найдем по формуле [4]

$$F_l = C_w \cdot S_m \cdot \rho \cdot V_{cp}^2 / 2, \quad (4)$$

где  $C_w$  – коэффициент лобового сопротивления тела;

$S_m = \frac{\pi D^2}{4}$  – площадь миделевого сечения корнеплода, м<sup>2</sup>;

$D$  – диаметр корня, м;

$\rho$  – плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>;

$V_{cp} = \sqrt{\frac{0,66 \cdot L \cdot g \cdot (\rho_k - \rho)}{C_w \cdot \rho}}$  – средняя скорость потока жидкости, м/с;

$L$  – длина корнеплода, м;

$\rho_k$  – плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>.

Местную скорость потока определим по формуле:

$$V_M = \frac{K \cdot V_{cp}}{1 - \tau \cdot \frac{S_M}{F_0}}, \quad (5)$$

где  $K$  – поправочный коэффициент, учитывающий увеличение скорости;

$\tau$  – поправочный коэффициент;

$F_0 = \pi \cdot (R_2^2 - R_1^2)$  – площадь сечения кольца, м<sup>2</sup>;

$R_2$  и  $R_1$  – внешний и внутренний радиусы кольца, м.

Мощность, затрачиваемая на преодоление сил сопротивления перемещению корнеплода, определяется из условия

$$N_n = M_{mp} \cdot \omega, N_{\Pi} = M_{\text{тр}} \cdot \omega \quad (6)$$

где  $M_{mp} = M_{\text{трл}} + M_{\text{трк}}$  – момент трения, возникающий при движении корнеплода, Н·м;

$M_{\text{трл}} = F_{\text{трл}} \cdot R_T$ ,  $M_{\text{трк}} = F_{\text{трк}} \cdot R_{\text{ш}}$  – момент, возникающий от трения корня по ленте шнека, Н·м;

$F_{\text{трл}} = f_1 \cdot m \cdot g \cdot \sin \alpha$ ,  $F_{\text{трк}} = f_2 \cdot m \cdot g \cdot \sin \alpha$  – сила трения корня о поверхность витка, Н;

$f_1$  – коэффициент трения корня о поверхность витка шнека;

$m = 1/12 \cdot \pi D^2 \cdot L \cdot \rho_k$ ,  $m = 1/12 \cdot \pi D^2 \cdot L \cdot \rho_k$  – масса корня, кг,

$\alpha$  – угол подъема спирали шнека, град;

$R_T$  – текущий радиус от центра вращения до центра тяжести корнеплода, м;

$M_{\text{трк}} = F_{\text{трк}} \cdot R_{\text{ш}}$ ,  $M_{\text{трл}} = F_{\text{трл}} \cdot R_T$  – момент, возникающий от трения корня о поверхность кожуха шнека, Н·м;

$F_{\text{трк}} = f_2 \cdot m \cdot \omega^2 \cdot R_{\text{ш}} \cdot \sin \alpha$ ,  $F_{\text{трл}} = f_1 \cdot m \cdot \omega^2 \cdot R_T \cdot \sin \alpha$  – сила трения между корнем и кожухом шнека, Н;

$f_2$  – коэффициент трения корня о поверхность кожуха шнека;

$\omega$  – угловая частота вращения шнека, с<sup>-1</sup>;

$R_{\text{ш}}$  – радиус шнека, м.

Силы  $F_{\text{трл}}$ ,  $F_{\text{трл}}$  и  $F_{\text{трк}}$ ,  $F_{\text{трк}}$  стремятся удержать корнеплод на витке шнека и увлечь его во вращательное движение.

Тогда при  $R_T \rightarrow R_{\text{ш}}$ , мощность, необходима для перемещения корнеплода по ленте шнека к выгрузному окну ( $N_{\Pi}$ ) определяется по выражению [4]

$$N_n = 1/12 \cdot \pi \cdot \rho_k \cdot D^2 \cdot L \cdot R_{\text{ш}} \cdot \omega \cdot \sin \alpha \cdot (f_1 \cdot g + f_2 \cdot R_{\text{ш}} \cdot \omega^2). \quad N_{\Pi} = 1/12 \cdot \pi \cdot \rho_k \cdot D^2 \cdot L \cdot R_{\text{ш}} \cdot \omega \cdot \sin \alpha \cdot (f_1 \cdot g + f_2 \cdot R_{\text{ш}} \cdot \omega^2). \quad (7)$$

С учетом преобразований, формула (1) примет вид [4]:

$$\begin{aligned} \mathcal{E} = & \left\{ 0,125 \pi D^2 C_w \rho \left[ \frac{K \sqrt{0,66 L g (\rho_k - \rho)}}{C_w \rho} \right]^3 + 0,0028 \pi^2 D^2 L \rho_k R_{\text{ш}} n \times \right. \\ & \left. \times \sin \alpha (f_1 g + 0,001 \pi^2 n^2 f_2 R_{\text{ш}}) \right\} / \left[ 0,9 \pi (D_k^2 - d_g^2) K \sqrt{\frac{0,66 L g (\rho_k - \rho)}{C_w \rho}} \rho_k K_1 K_2, \right. \end{aligned} \quad (8)$$

где  $K_1, K_2$  -коэффициент заполнения камеры мойки;

$K_2$  - коэффициент, учитывающий неравномерность загрузки корнеплодов в мойку.

#### **Выводы**

1. Предложена оригинальная конструкция устройства для мойки корнеклубнеплодов, использование которой позволит повысить производительность и качество технологического процесса.

2. Дана методика определения удельной энергоемкости процесса мойки корнеклубнеплодов. Полученные зависимости могут быть использованы при проведении экспериментальных исследований, а также в методике расчета конструктивных и кинематических параметров моек корнеклубнеплодов.

#### **Литература**

1. Юхин Г.П. Совершенствование технологий и технических средств заготовки и подготовки к скармливанию кормовых корнеплодов : дис. ... доктора техн. наук : 05.20.01 / Г.П. Юхин. – Оренбург, 2006. – 347л.

2. А.с. СССР 1184516, МПК А 23N 12/02, 1985.

3. Устройство для мойки корнеклубнеплодов : патент 9873 У Респ. Беларусь, МПК А 23N 12/02 / И.Н. Шило, Н.Н. Романюк, В.М. Короткин, В.А. Агейчик, А.В. Короткин, А.С. Хомук ; заявитель Белорус. гос. аграр. техн. ун-т. – № и 20130600 ; заявл. 17.07.2013; опубл. 28.02.2014 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2014. – № 1. – С.152.

4. Короткин В.М. Совершенствование процесса очистки корнеклубнеплодов струйной мойкой: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01/ В. М. Короткин. - Горки, 1986. - 190 л.

5. Механизация животноводства/Под ред. В.К. Гриба.–Минск: Ураджай, 2012. – 640с.

6. Мельников С.В. Технологическое оборудование животноводческих ферм и комплексов. – С -Пб: Агропромиздат, 2012. – 640с.

Ramaniuk N.N., Aheichyk V.A., Pashkouski S.D., Nukeshev S.O.

#### **THE ORIGINAL DEVICE FOR CLEANING OF CROPS AND THE METHOD OF CALCULATION OF ITS PARAMETERS**

#### **Annotation**

The article deals with the preparation of roots for feeding. Conducted a patent search revealed the shortcomings of existing cleaning devices. The original design of the device for cleaning of crops, the use of which will improve the performance and quality of the process. Given the method of determining the energy intensity of the washing process of the crops. The obtained dependences can be used when conducting experimental research, as well as in the procedure of design and kinematic parameters of washes crops.

**Key words:** root crops, sink, specific energy, power, process, contamination, the performance of the machine.