

МОДЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ БАРАБАННО-ЩЕТОЧНОГО ОЧИСТИТЕЛЯ КОРНЕКЛУБНЕПЛОДОВ

Долбаненко Владимир Михайлович

кандидат технических наук, доцент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: dwm-82@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрена методика проведения модельных исследований работы барабанно-щеточного очистителя кормовых корнеклубнеплодов. Разработана модель позволяющая изучить работу очистителя при осуществлении сухой очистки кормовых корнеклубнеплодов. Рассмотрено взаимодействие ворса щетки с очищаемым кормовым корнеклубнеплодом. Обосновано расположение щеточных очищающих рабочих органов относительно поверхности кормового корнеклубнеплода

Ключевые слова: исследование, оценка, значение, модель, очиститель, щетка.

MODEL WORK STUDIES OF THE ROOT CROPS DRUM-BRUSH CLEANER

Dolbanenko Vladimir Mikhailovich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: dwm-82@mail.ru

Abstract. The article considers the methodology for conducting model studies of the operation of the drum-brush cleaner of feed root crops. A model has been developed to study the operation of the cleaner during dry cleaning of feed root crops. Interaction of brush lint with purified fodder root-fruit is considered. The location of brush cleaning tools relative to the surface of the fodder root is justified.

Key words: research, evaluation, meaning, model, cleaner, brush.

При проведении подготовки кормовых корнеклубнеплодов к скармливанию их, согласно установленным зоотехническим требованиям, в обязательном порядке требуется очищать от загрязнений до остаточной загрязненности составляющей не более 3 %. При осуществлении очистки корнеклубнеплодов от загрязнений возникают большие энергозатраты связанные с наличием в них большого количества разнообразных примесей, некоторые из которых являются трудноотделимыми. Исходная загрязненность корнеклубнеплодов колеблется в достаточно широких пределах от 7 до 25 %, среди примесей, находящихся в корнеклубнеплодной массе, можно выделить

связанные (т.е. примеси, прилипшие на поверхность корнеклубнеплодов) и свободные примеси (т.е. те примеси, которые свободно находятся в массе корнеклубнеплодов и не связаны с ними). Кроме этого все примеси делятся на тяжелые такие, например как камни, связанная (прилипшая) почва, куски металла и т.п. и легкие, такие как остатки ботвы корнеклубнеплодов, части и семена сорных растений [1].

Скармливание загрязненных, т.е. не очищенных корнеклубнеплодов приводит к возникновению различного рода заболеваний у животных и снижению их продуктивности. Осуществление измельчения неочищенных (грязных) корнеклубнеплодов приводит к быстрому износу измельчающих рабочих органов машин и оборудования, а также в ряде случаев к поломке кормоизмельчителей, возникающих из-за наличия в измельчаемой массе посторонних примесей. Одной из самых энергозатратных операций при подготовке кормовых корнеклубнеплодов к скармливанию, является их очистка от загрязнений. Как правило, очистка кормовых корнеклубнеплодов осуществляется с применением воды в качестве моющего раствора. При использовании воды для очистки (мойки) кормовых корнеклубнеплодов возникают трудности связанные с ее большим расходом 200...300 л/т и сложностью очистки использованной воды и отделенных от корнеклубнеплодов примесей. Также немаловажным является еще то, что в зимнее время, т.е. при отрицательных температурах, вода быстро замерзает. Для мойки, т.е. мокрой очистки кормовых корнеклубнеплодов, применяются такие машины как ИКМ-5, ИКС-5М, ИКМ-Ф-10 и др.

Технологический процесс очистки кормовых корнеклубнеплодов от примесей, как правило, осуществляется посредством их мойки водой, что имеет большие недостатки, такие как повышенный расход воды, потребность в устройствах для очистки стоков и специальных гидравлических машинах (насосах), принимая это во внимание, в последнее время достаточно широко изучается сухая очистка корнеклубнеплодов.

Исходя из этого следует разработать новую конструкцию устройства для сухой очистки кормовых корнеклубнеплодов, лишенного приведенных недостатков.

Проводимые исследования имеют в своей основе модель, позволяющую изучить работу барабанно-щеточного очистителя кормовых корнеклубнеплодов, при изменяющихся внешних воздействиях. Проводя модельные исследования (рисунок 1), становится возможным определить производительность очистителя барабанного типа, имеющего роторные щетки с капроновым ворсом в качестве очищающего рабочего органа, осуществляющих свою работу в различных режимах при различного типа загрязнениях. В данной модели барабанно-щеточный очиститель кормовых корнеклубнеплодов представляется как: загрузочное устройство (ЗУ), вращающийся барабан (ВБ), очищающее устройство (ОУ), имеющее вид щеток ротора (ЩР), щетки барабана (ЩБ), выгрузное устройство (ВУ), выгрузка очищенных от примесей корнеклубнеплодов (ВК), выгрузка почвы и загрязнений (ВП). По окончании построения модели работы очистителя

выявлены факторы, которые оказывают воздействие на процесс очистки. Определенные факторы оказывают воздействие не только на конструктивно-режимные параметры очистителя, но и на динамику очистительных рабочих органов. К управляющим факторам относится количество корнеклубнеплодов поступающих для очистки. К конструктивно-режимным относятся такие факторы как:

- для барабана, осуществляющего вращательное движение: частота вращения (n_{δ}), количество щеток (z_{δ}) и рабочий объем (V_p);

- для устройства очистки:

- а) щеточного ротора – частота его вращения (n_p), количество щеток на роторе (z_p), его длина (l_p) и длина ворса щеток ($l_{вр}$);

- б) щетки барабана – частота вращения (n_{δ}), количество щеток на барабане (z_{δ}), длина барабана (l_{δ}), длина ворса щеток ($l_{вр}$) и угол наклона щеток (α) [1, 2].

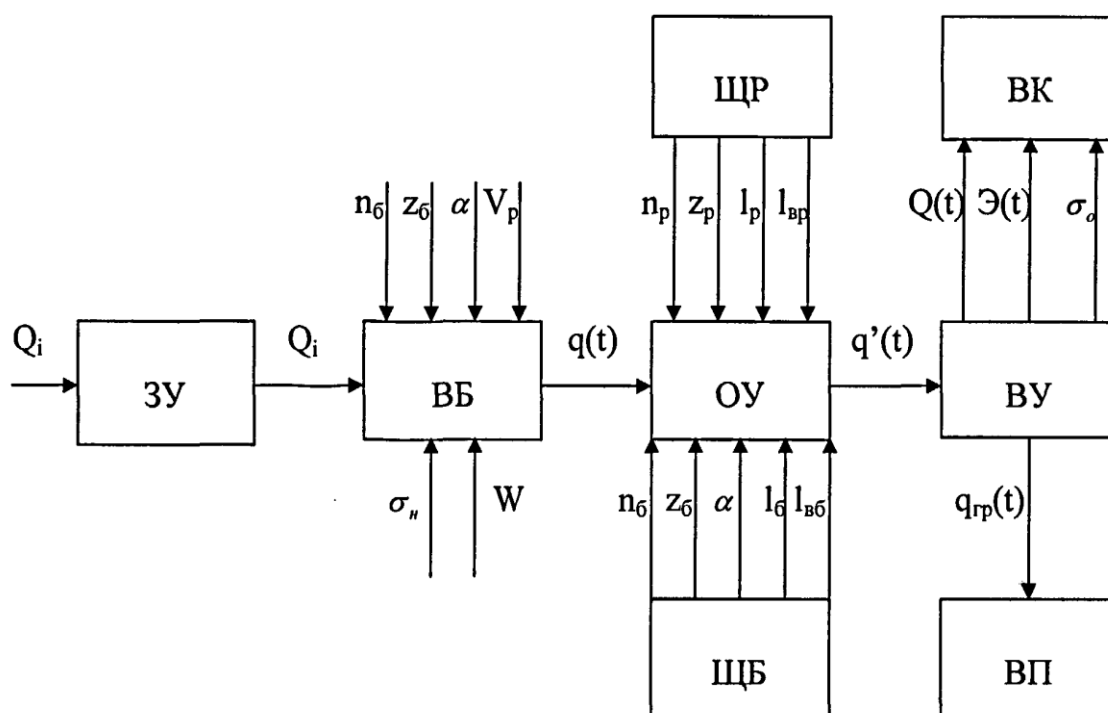


Рисунок 1 – Модель работы барабанно-щеточного очистителя кормовых корнеклубнеплодов: ЗУ – загрузочное устройство; ВБ – вращающийся барабан; ОУ – очищающее устройство, имеющее вид щеток ротора (ЩР) и щеток барабана (ЩБ); ВУ – выгрузное устройство; ВК – выгрузка очищенных корнеклубнеплодов; ВП – выгрузка почвы и загрязнений

Исходными (начальными) свойствами очищаемого корнеклубнеплодного вороха являются: исходная загрязненность (σ_n), и влажность (W). Данные факторы невозможно предсказать, так как они зависят от множества условий, и контролируются при проведении экспериментальных исследований.

К выходным (результатирующим) параметрам работы очистителя относят:

- а) для процесса выгрузки очищенных корнеклубнеплодов – пропускная способность (производительность) очистителя ($Q(t)$), удельные энергетические затраты ($\mathcal{E}(t)$) и остаточная загрязненность (σ_o);

б) для процесса выгрузки почвы и загрязнений – количество очищенных загрязнений ($q_{sp}(t)$).

Наиболее трудно удалимыми являются загрязнения, находящиеся в канавках кормовых корнеклубнеплодов, следовательно, при разработке конструкции барабанно-щеточного очистителя, следует руководствоваться такими условиями как:

1. щетки очистителя должны быть с таким ворсом, который будет хорошо удалять примеси, находящиеся в канавках корнеклубнеплодов;

2. очищающие рабочие органы очистителя должны располагаться так, чтобы их расположение не влияло на эффективность очистки при различных положениях кормовых корнеклубнеплодов при их очистке;

3. очищающие рабочие органы очистителя должны хорошо самоочищаться, а также они не должны препятствовать удалению отделяемых примесей.

Основываясь на проведенных исследованиях геометрических размеров кормовых корнеклубнеплодов, определены среднестатистические размеры канавок корнеклубнеплодов и их взаимное расположение. Для того чтобы наиболее хорошо очистить канавки корнеклубнеплодов от примесей следует использовать для этого щетку, имеющую размеры равные размерам канавок корнеклубнеплодов. На практике добиться этого сложно, так как при этом следует подвергать очистке каждый корнеклубнеплод, постоянно изменяя при этом взаимное расположение щетки и корнеклубнеплода. Исходя из этого, чтобы увеличить производительность очистителя, требуется увеличить количество одновременно обрабатываемых одной щеткой корнеклубнеплодов, что, безусловно, приведет к значительным увеличениям размеров щетки, а вместе с тем и применение щеток с длинным ворсом. Использование щеток с длинным ворсом, несомненно, приведет к тому, что ворсинки щетки при их взаимодействии с очищаемым корнеклубнеплодом, будут подвергаться большей деформации, чем короткие ворсинки. Следовательно, главный вектор упругих сил (предполагая, что ворс деформируется только в одной плоскости) направлен под наибольшим углом (η) по отношению к поверхности очищаемого кормового корнеклубнеплода, по сравнению с коротким ворсом (рисунок 2).

При угле η равным 90^0 очистки примесей с поверхности корнеклубнеплода прекратится, исходя из того, что вектор сил упругости в этом случае будет направлен перпендикулярно его поверхности и при этом возникнет скольжение ворса. Для того, чтобы равную изгибающую жесткость короткого и длинного ворса щетки, требуется увеличить диаметр ворса, но в результате этого снижаются плотность ворса и вместе с тем копирующий эффект щетки. Исходя из этого при определении диаметра ворсинок щетки, требуется принимать во внимание значения их прогибов и выбирать для этого такой ворс, у которого допустимое изгибающее воздействие больше чем сила сопротивления сдвига примесей с поверхности корнеклубнеплода.

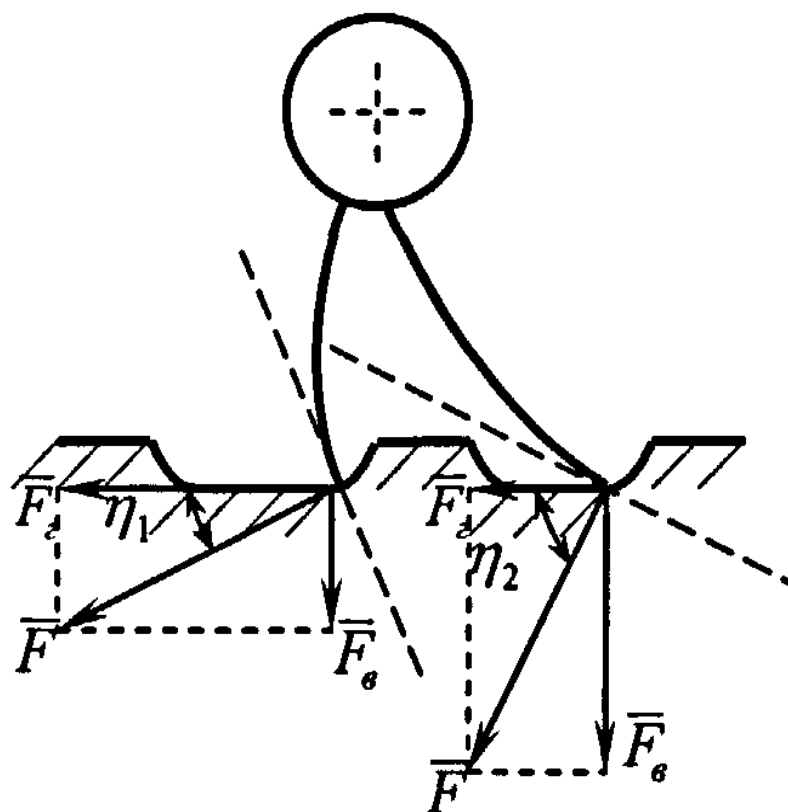


Рисунок 2 – Схема для определения размера свободной длины ворса щетки

Для увеличения воздействия щеток при очистке кормовых корнеклубнеплодов следует их расположить таким образом, чтобы они располагались своей осью вращения продольно по отношению к движению корнеклубнеплода при его очистке. Принимая такое расположение очистительных щеточных элементов, снижается влияние размеров очищаемых корнеклубнеплодов на эффективность их очистки. Эффективность сухой очистки корнеклубнеплодов зависит только лишь от величин сил скольжения и давления ворса щеток на поверхность корнеклубнеплода. Для того чтобы увеличить производительность очистителя, следует обеспечить перемещение корнеклубнеплодов вдоль оси вращения щеток. Это достигается путем установки гребенок, которые будут осуществлять транспортировку корнеклубнеплодов.

При осуществлении вращательного движения барабана, очищаемые кормовые корнеклубнеплоды, сначала поднимаются по его поверхности, а потом падают вниз. В результате этого очищаемые корнеклубнеплоды осуществляют многократное перемещение друг относительно друга и относительно очищающих рабочих органов очистителя, что, несомненно, приведет к увеличению эффективности очистки.

Отделяемые в процессе сухой очистки кормовых корнеклубнеплодов примеси будут удаляться через отверстия, расположенные в боковой поверхности барабана. Для достижения эффекта самоочистки щеток от застрявших и налипших на них примесей следует их расположить, обеспечив при этом некоторое перекрытие [2].

Список литературы

1. Дегтерев, Г. П. Технологии и средства механизации животноводства / Г. П. Дегтерев. – Москва: Столичная ярмарка, 2010. – 384 с.
2. Федоров, А. А. Разработка и обоснование барабанно-щеточного очистителя кормовых корнеплодов: специальность 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Федоров Андрей Аполлинарьевич; Чувашская государственная сельскохозяйственная академия. – Чебоксары, 2005. – 151 с.