

Направление 35.03.06 - Агроинженерия

Профиль Технические системы в агробизнесе

Кафедра машин и оборудования в агробизнесе

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: Совершенствование технологии послеуборочной обработки картофеля
с разработкой устройства для сортировки

Шифр ВКР.35.03.06.213.21.УСК.00.00.ПЗ

Студент Б272-05у группы


подпись

Патранин Е.В.
Ф.И.О.

Руководитель доцент
ученое звание


подпись

Лукманов Р.Р.
Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол №8 от «03» марта 2021 г.)

Зав. кафедрой доцент
ученое звание


подпись

Халиуллин Д.Т.
Ф.И.О.

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа состоит из текстовых документов на ____ листах машинописного текста и графической части на ____ листах формата А1.

Пояснительная записка состоит из введения, трех разделов, выводов и включает ____ рисунков, ____ таблиц и приложения. Список использованной литературы содержит ____ наименований.

Во введении обосновывается выбор темы и ее актуальность, а так же формируются задачи проекта.

В первом разделе приводится критический анализ существующих машин сортировки картофеля. Раздел завершается выводами.

Во втором разделе приведены основные агротехнические требования для хранения и обработки картофеля, проведен анализ существующих технологий послеуборочной доработки картофеля, а также приводятся технологические расчеты.

В третьей, конструкторской части выполнена разработка устройства сортировки картофеля. Выполнены необходимые расчеты. Разработаны мероприятия по улучшению условий труда. Так же дан расчет технико-экономических показателей проектируемой и существующей конструкции. Подсчитан экономический эффект от использования новой конструкции устройства сортировки картофеля.

В заключении отражена сущность выполненной работы, оценка полученных результатов от внедрения разработанной конструкции и технологии.

Записка завершается выводами, где отражаются сущность выполненной работы и разработанные предложения, позволяющие повысить эффективность производства.

ABSTRACT

Final qualifying work consists of text documents on ____ sheets of typewritten text and graphic part on ____ sheets of A1 format.

The explanatory note consists of an introduction, three sections, conclusions and includes ____ figures, ____ tables and annexes. The list of references contains ____ names.

The introduction substantiates the choice of the topic and its relevance, as well as the tasks of the project.

The first section provides a critical analysis of existing potato sorting machines. The section concludes.

The second section presents the main agrotechnical requirements for the storage and processing of potatoes, the analysis of existing technologies of post-harvest processing of potatoes, as well as technological calculations.

In the third, the design of the device is designed sorting potatoes. The necessary calculations are made. Measures have been developed to improve working conditions. Also the calculation of technical and economic indicators of the designed and existing design is given. The economic effect of the new design of the potato sorting device is calculated.

In conclusion, the essence of the work performed, the evaluation of the results obtained from the implementation of the developed design and technology.

The note ends with the conclusions, which reflect the essence of the work performed and the developed proposals to improve production efficiency.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	
1.ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР	
1.1.Анализ существующих машин сортировки картофеля.....	
1.2 Вывод по разделу	
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	
2.1. Основные агротехнические требования.....	
2.2. Технологии послеуборочной доработки картофеля	
2.3. Технологии и организация работ при доработке и закладке клубней на хранение	
2.3. Технологические расчеты.....	
3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	
3.1. Выбор, обоснование и описание новой конструкции устройства сортировки картофеля	
3.2. Конструктивные расчеты.....	
3.2.1. Расчёт сварных соединений	
3.2.2 Расчет цепной передачи	
3.3 Экономическое обоснование устройства сортировки картофеля.....	
3.3.1 Расчёт массы и стоимости конструкции	
3.3.2. Расчёт технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение	
3.4 Требования безопасности к устройству сортировки картофеля	
3.5 Мероприятия по охране труда	
3.6 Правила экологической эксплуатации устройства сортировки картофеля ..	
3.7 Физическая культура на производстве.....	
3.8 Выводы по разделу	
ВЫВОДЫ.....	
ЛИТЕРАТУРА	
СПЕЦИФИКАЦИИ	
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	

ВВЕДЕНИЕ

Среди продуктов питания, составляющих основу продовольственного рынка России, картофель занимает особое место, оказывая существенное влияние, как на формирование структуры рынка, так и на обеспечение продовольственной безопасности страны. Производство картофеля в России в последние годы устойчиво росло. В процессе механизированной сортировки картофеля важнейшей задачей является отделение клубней от почвенных комков. Рабочие органы картофелесортировочных машин разделяют картофельный ворох в основном по различию геометрических размеров и фрикционных свойств клубней, и комков почвы.

Общая площадь посадки картофеля по России в последние годы установилась на уровне 3 млн. га. Урожайность колеблется в пределах 11,5...22,5 т/га.). В настоящее время более 95 % картофеля в нашей стране производится в личных подсобных и крестьянских (фермерских) хозяйствах с посадочными площадями менее 2 га. При этом уровень механизации работ в этих хозяйствах низкий, а затраты труда при выращивании картофеля высокие. Но при всем этом, мало повысить валовый сбор картофеля, необходимо его сохранить, так как правильная переработка и хранение посадочного материала – основа будущего урожая.

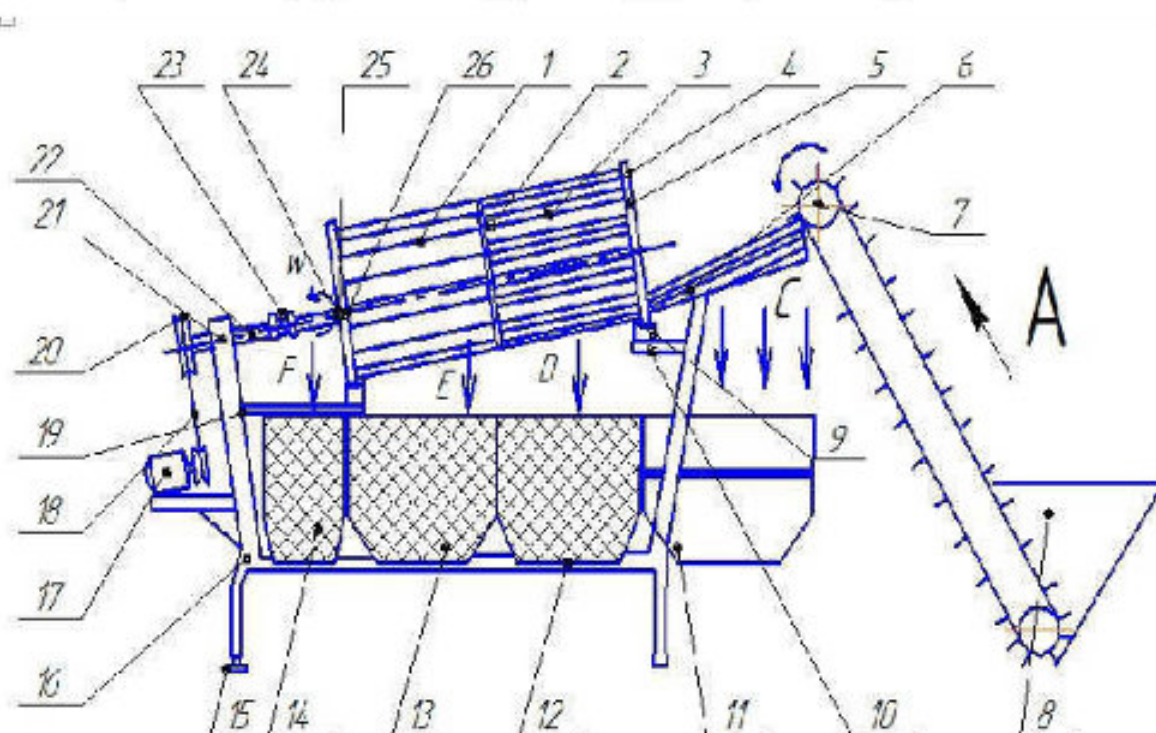
Технологический процесс производства картофеля состоит из нескольких операций, одной из которых является сортирование клубней картофеля на три фракции.

Процесс сортировки клубней картофеля является одним из важнейших в его производстве. От качества фракционного состава семенного материала зависит урожай картофеля и качественные показатели его хранения, а также правильное разделение картофельной массы на фракции, которое дает оптимальный уровень использования картофеля в производстве.

1.ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

1.1.Анализ существующих машин сортировки картофеля

Устройство (патент РФ № 2477598) содержит наклонный питатель, приемную камеру и два цилиндрических барабана - верхний и нижний, выполненных из продольных прутков (рисунок 1.1). Барабаны установлены последовательно один за другим, под углом к горизонтальной плоскости. Барабанам придаются гармонические колебания в вертикальной плоскости, совпадающей с продольной осью барабанов. На свободных концах барабанов по поверхности продольных прутков двух барабанов установлены обечайки. На свободных концах барабанов по поверхности продольных прутков двух барабанов установлены обечайки.



1 – Внутренняя поверхность цилиндрический барабана; 2 – верхний цилиндрический барабан; 3 – обрезиненные прутки; 4 – обечайка; 5 – упоры; 6 – лоток; 7 – наклонный питатель; 8 – приемный бункер; 9 – цилиндрические ролики; 10 – вилка; 11 – лоток для отвода земляных примесей; 12 – лоток для приема мелкой фракции; 13 – лоток для приема средней фракции; 14 – лоток для приема крупной фракции; 15 – винтовой механизм; 16 – рама; 17 – электродвигатель; 18 – ременная передача; 19 – вилки; 20 – шкив; 21 – подшипниковый узел; 22 – приводной вал; 23 – упругая муфта; 24 – ролики; 25 – ведомый вал привода барабанов; 26 – обечайка.

Рисунок 1.1 - Устройство для сортировки корнеклубнеплодов (патент РФ № 2477598)

По окружности обечайки верхнего барабана симметрично относительно друг друга установлены упоры. Поверхность каждого упора выполнена в форме плоского сегмента круга. Шаг установки и высота упоров выбираются с учетом формы обрабатываемого материала и степени его загрязненности. Каждая обечайка двух цилиндрических барабанов - верхнего и нижнего - опирается на два ролика, расположенные симметрично относительно продольной оси двух барабанов. Ось каждого ролика параллельна продольной оси двух барабанов и отклонена от продольной оси барабанов на угол α . К обечайке нижнего барабана закреплена крестовина с фланцем. Ось фланца совпадает с осью двух барабанов. К фланцу крестовины нижнего барабана присоединен фланец ведомого вала привода двух барабанов. Изобретение обеспечивает улучшение равномерности распределения картофеля по фракциям, повышение процента сортирования и возможность использовать ворох корнеклубнеплодов с частичным загрязнением почвенных примесей. Соединение ведомого вала двух цилиндрических барабанов с валом привода двух цилиндрических барабанов осуществляется посредством упругой муфты.

Устройство работает следующим образом.

Корнеклубнеплоды или фрукты наклонным питателем 7 из приемного бункера 8 подаются в приемную камеру, образованную приемным лотком 6 и верхним цилиндрическим барабаном 2. Попадая на лоток 6, расположенный под углом к горизонту, корнеклубнеплоды под действием силы тяжести перемещаются по поверхности пруткового лотка 6, где происходит отделение почвенных примесей по пути «С» за счет выполнения лотка из прутков, расстановленных с таким шагом, который позволяет проваливаться на лоток для приема мелких примесей.

Далее ворох очищенных корнеклубнеплодов (крупная, средняя и мелкая фракция) поступает на внутреннюю поверхность верхнего цилиндрического барабана 1, расположенного под углом к горизонту, который вращается с угловой скоростью ω от ведомого вала 25, соединенного с фланцем, установленным на крестовине нижнего цилиндрического барабана, ведомый

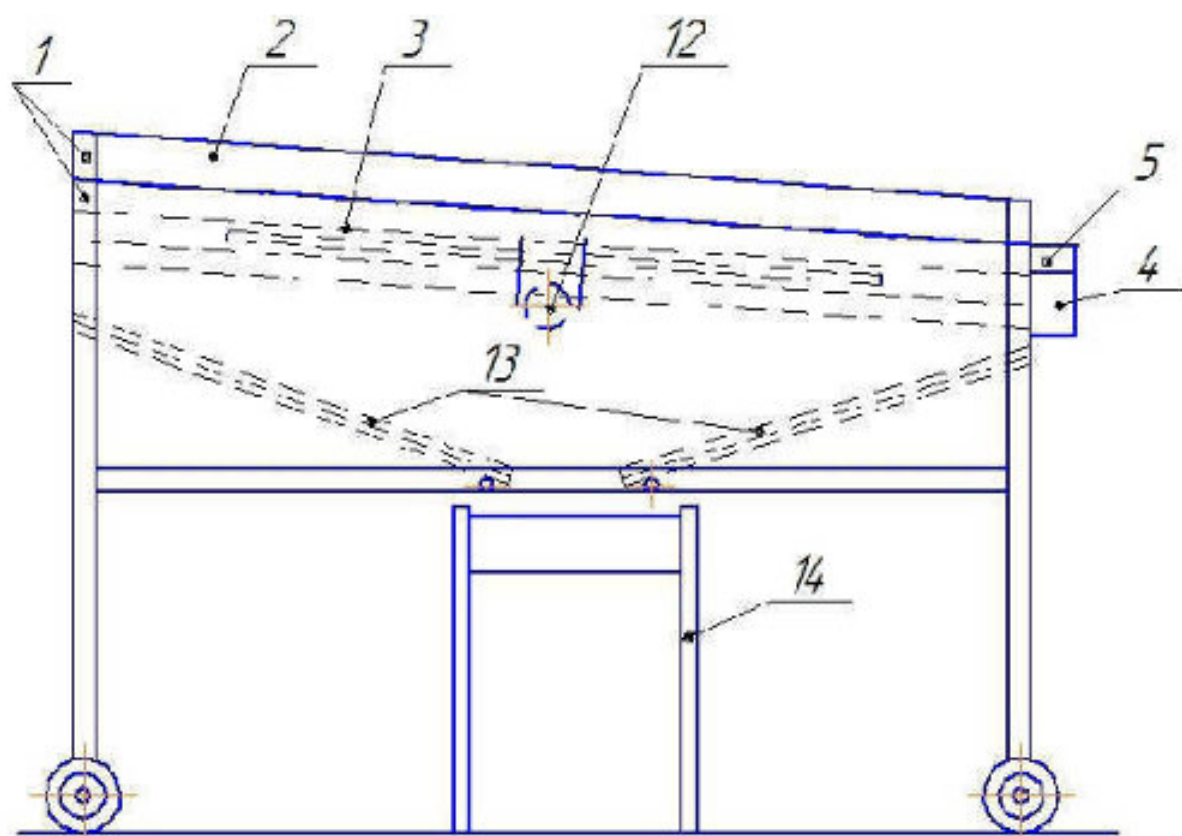
вал 25 посредством упругой муфты 23 соединяется с валом привода 22. На конце вала привода 22 установлен шкив 20, который соединен через ременную передачу 18 с электродвигателем 17.

Также цилиндрические барабаны 1, 2 совершают гармонические колебания в вертикальной плоскости, совпадающей с продольной осью цилиндрических барабанов, за счет симметрично нанесенных на поверхность обечайки 4 упоров 5 в форме сегментов круга, которые, набегая на цилиндрические ролики 9, ось которых отклонена от продольной оси цилиндрических барабанов на угол α , установленные на вилке 10, и сбегая с них, создают колебания цилиндрических барабанов 1, 2, и под действием силы тяжести клубня и того, что ось цилиндрических барабанов расположена под углом к горизонту, и совершения колебаний двух цилиндрических барабанов 1, 2 в продольной вертикальной плоскости, совпадающей с осью двух цилиндрических барабанов 1, 2, клубни, имеющие размер меньше просвета между прутками верхнего цилиндрического барабана 2, проходят по пути «D» через обрезиненные прутки 3 на обрезиненный лоток 12 для приема мелкой фракции. Оставшаяся часть корнеклубнеплодов, средняя и крупная фракция, проходит на внутреннюю поверхность нижнего цилиндрического барабана 1, расположенного под углом к горизонту, где под действием силы тяжести клубня и того, что ось вращения нижнего цилиндрического барабана 2 расположена под углом к горизонту, и совершения колебаний нижнего цилиндрического барабана 2 в продольной вертикальной плоскости, совпадающей с осью двух цилиндрических барабанов 1, 2, клубни, имеющие размер меньше просвета между прутками нижнего цилиндрического барабана 1, проходят по пути «E», таким образом, происходит отделение средней фракции по пути «E» на приемный обрезиненный лоток 13 для приема средней фракции. Оставшаяся часть корнеклубнеплодов, крупная фракция, сходит по пути «F» с конца нижнего цилиндрического барабана 1 на приемный обрезиненный лоток 14 для приема крупной фракции.

К недостаткам данной машины можно отнести плохую сортировку картофеля при сильном загрязнении вороха, металлоемкость конструкции и малую производительность машины.

Машина сортировки картофеля (патент РФ № 2467811) включает каркас, сортировочную сетку в виде транспортной ленты, механический узел. Машина снабжена двутавровой балкой, расположенной внутри посередине каркаса и поперек него с закрепленными на ее верхней части вдоль каркаса отрезками двутавровой балки длиной $L=2500$ мм для удержания механических нагрузок, и закрепленным на ее нижней части посередине электрическим вибратором мощностью $0,5$ кВт, образующим с отрезками двутавровой балки механический узел, осуществляющий привод вибрации сетки (рисунок 1.2). Транспортная лента установлена ниже верхней кромки каркаса на 150 мм под углом $5-7^\circ$ к горизонтальной оси и выполнена вместе с остальными деталями машины прорезиненной для меньшего травмирования картофеля. Сортировочная сетка выполнена с возможностью замены для изменения размера отверстий.

Машина по сортировке картофеля отличается от предыдущих аналогов тем, что позволяет довольно точно проводить разделение картофеля по фракциям, имеет малый вес $\approx 0,2$ т, относительно небольшие механические повреждения за счет соприкосновения с прорезиненной поверхностью, малое потребление эл. энергии $P_{\text{эл}}=0,5:1$ кВт, возможность регулирования частоты колебания вибратора, малую высоту $H_{\text{мах}} \approx 1600$ мм, не требует отдельной единицы обслуживающего персонала, проста в изготовлении и дальнейшей технической эксплуатации. Так как вибратор работает на напряжении 36 вольт, то исключается вероятность поражения эл. током работающего с данной машиной персонала. Крайне мобильная - за счет своего веса и колес легко перемещается по любому производственному помещению, предполагаемая производительность 7 т/час.



1 – каркас, 2 – обшивка, 3 – сортировочная сетка, 4 – отводящий лоток, 5 – кромка отводящего лотка, 12 – электрический вибратор, 13 – отводящие лотки, 14 – транспортер

Рисунок 1.2 - Машина сортировки картофеля патент (патент РФ № 2467811)

Машина сортировки предметов округлой формы содержит каркас (1), изготовленный из уголка металлического 63×63 и частично обшитого листовым железом $s=1$ мм (2) посредством сварки. На верхние ребра уголка наложена сортировочная сетка (3), изготовленная из сортировочной транспортной прорезиненной ленты толщиной $s=10:20$ мм, в которой вырезаны отверстия под определенную фракцию (в нашем случае ширина сортировочного отверстия составляет 50 мм, это позволяет отделять крупную фракцию >50 мм от остальной).

Сортировочная сетка (3) уложена ниже верхней кромки каркаса по периметру на 150 мм, что исключает выброс картофеля из зоны сортировки. На внутренние стенки листового металла (2) закреплены листы транспортной прорезиненной ленты (не отражены), которая закреплена болтами овальной формы, что уменьшает травматизм картофеля.

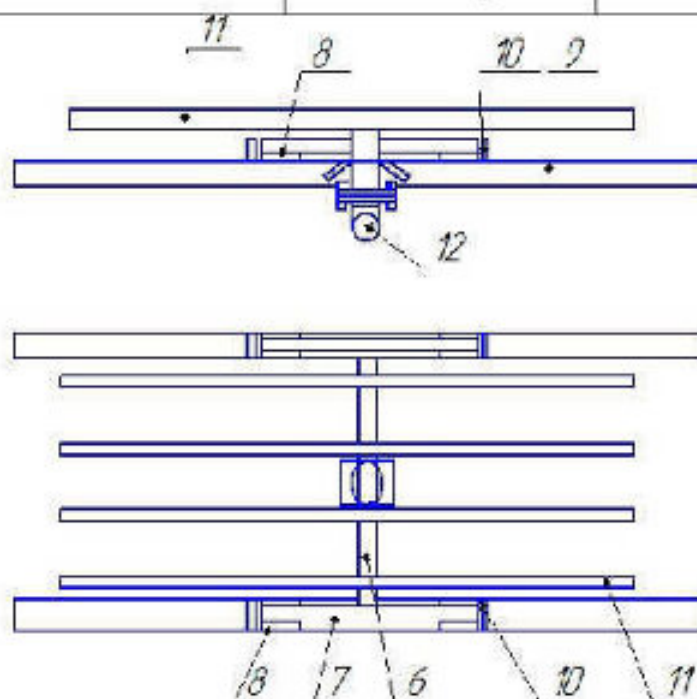
Продольная ось сортировочной сетки (3) расположена по углом $5:7^\circ$ по отношению к горизонтальной оси, что позволяет картофелю скатываться в

отводящий лоток (4), отводящий лоток (4) имеет кромку (5) высотой 100 мм. Длина L=1000 мм, ширина d=200 мм, угол установки лотка 30°.

Машина выполнена с возможностью изменения размера калибровки путем замены сортировочной сетки согласно представленных в таблице 1.1 размеров (50 мм, 40 мм, 20 мм).

Таблица 1.1- Размеры основных 3-х фракций картофеля, а также желательные размеры отверстий фракций

Номер фракции	Размер фракции	Вес фракции	Размер сетки для отделения фракции
1	50мм. и выше	80-90 гр.	50 мм.
2	40-50 мм.	70-80 гр.	40 мм.
3	20-35 мм.	30-50 гр.	20 мм.



6 – балка; 7 – отрезки из угловой стали; 8 – прорезиненная транспортная лента; 9 – ребра жесткости; 10 – ограничительные косынки; 11 – «льжи» отрезки двутавровой балки

Рисунок 1.3 - Машина сортировки картофеля (Патент РФ № 2467811)

Внутри каркаса посередине поперек расположена 2-тавровая балка (6) шириной 60:80 мм, на концы которой (с обеих сторон) приварены отрезки из

угловой стали 50×50 , которые ложатся своей плоскостью на отрезки прорезиненной транспортной ленты (8) по всей длине отрезка. И эти отрезки (8) в свою очередь болтовыми соединениями закрепляются к ребрам жесткости (9) каркаса (1) по всему периметру каркаса (1) посредством сварки и составляют один из элементов каркаса (1). На расстоянии 2:3 мм от окончания отрезков (7) приварены ограничительные косынки (10) из листового металла $8 \times 2:3$ мм и размером 50×50 мм, которые не позволяют исполнительному органу сползать вниз по каркасу жесткости (9) (рисунок 1.3).

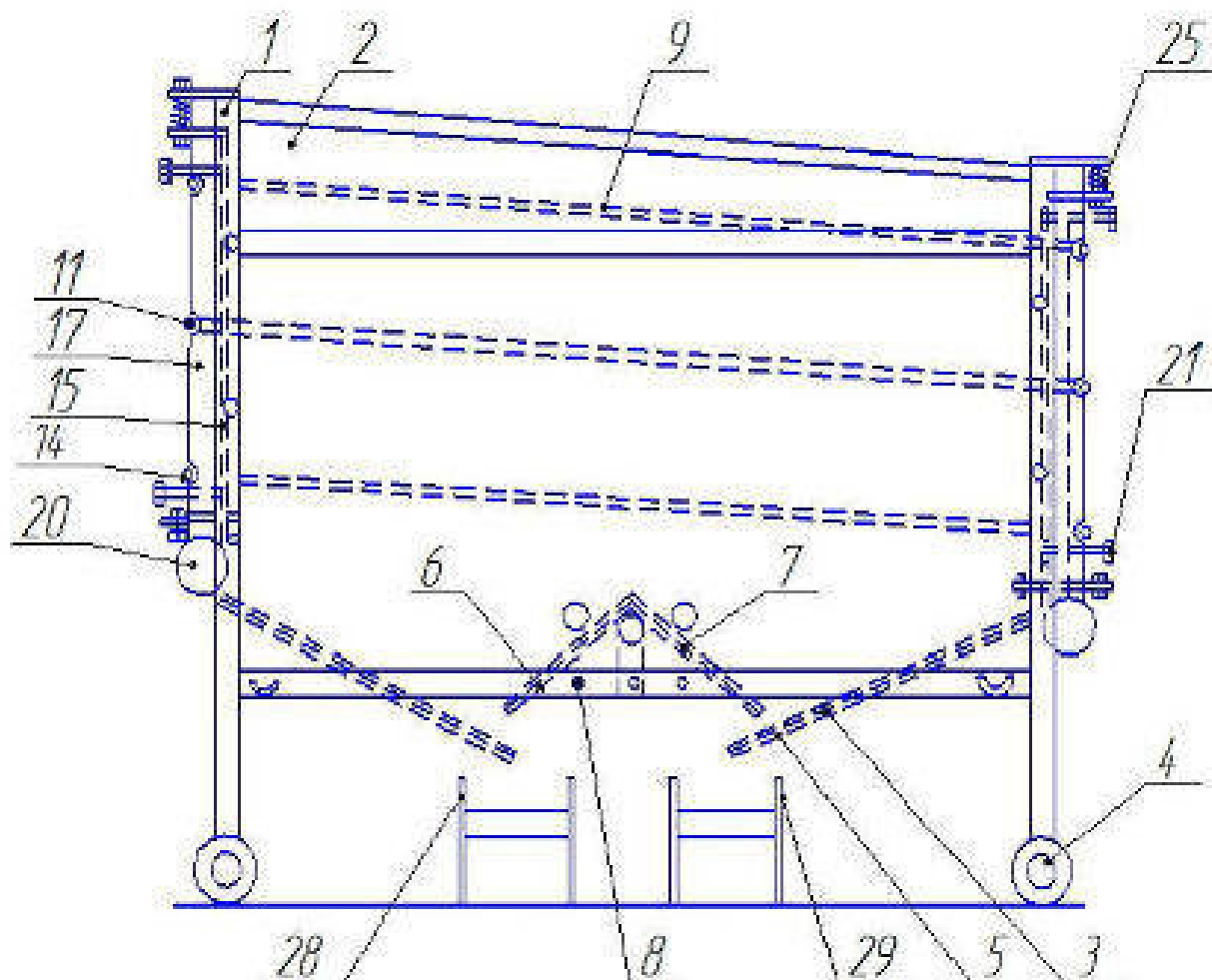
Выше на 30 мм отрезков (7) к балке (6) закреплены «лыжи», посредством сварных швов и отрезками двутавровой балки (11) $8:10$ мм, «лыжи» (11) представляют собой отрезки двутавровой балки, длиной $L=2500$ мм и установленные «ребром» для удерживания больших механических (динамических) нагрузок. Посредине балки (5) в нижней ее части путем болтовых и сварных соединений листового железа $\delta 3:4$ мм рабочим усилием «вверх» закреплен электрический вибратор (12) мощностью 0,5:1,0 кВт. Внутри каркаса также расположены отводящие лотки (13), с внутренней стороны которых также наложены отрезки прорезиненной транспортной ленты толщиной $\delta = 5:10$ мм. Из лотков (13) посредством транспортера (14) картофель отводится к следующей машине по сортировке картофеля на более мелкие фракции.

Картофель, поступающий с загрузочного конвейера (или вручную) на сортировочную сетку (3), попадает под вибрацию за счет работы вибратора (12) «лыж» (11), составляющих одно целое с ним (продольная ось расположена под углом 5° - 7° по отношению к горизонтальной оси плюс вибрация сетки). Крупную фракцию 50 мм и более по верхней плоскости сетки (3) и лотку (4) отводят к упаковке, более мелкая фракция через «соты» сортировочной сетки (3), отводящие лотки (4) попадает на конвейерные линии и далее - на такие же машины, но с более мелкой сортировочной сеткой (3).

Недостатком данной машины является отсутствие сортировки загрязненного картофеля и производительность сортировки может быть достигнута увеличением размеров сортирующего устройства.

Машина отсортировки картофеля от комковой земли (патент РФ № 2464112) основана на условном сравнении разности удельных весов продукта и комковой земли, содержит каркас, содержащий боковые стороны, огражденные металлическим листом, внутренние и внешние рамки, блок из трех плоскостей синтетических сортирующих элементов, выполненных в виде синтетических плоских лент или веревок, расположенных под углом $4-5^{\circ}$ к горизонтальной оси, закрепленных на трубах, установленных с обеих сторон каркаса в посадочные места, представляющие собой пластины, приваренные к внешним рамкам, и приводящихся в состояние вибрации двумя вибраторами, установленными на внешних рамках с противоположных сторон каркаса, при этом во внутренних рамках жестко закреплены опорные ролики, которые через прорези позволяют создавать мягкое передвижение рамок (рисунок 1.4).

Машина отсортировки картофеля от комковой земли, включает каркас (1) $H=1500$ мм, $B=2600$ мм, $A=1000$ мм, состоящий из металлического уголка 63, связи которого соединены посредством сварных швов. Боковые стороны (2) каркаса (1) ограждены металлическим листом $B=1$ мм, на внутренние плоскости которых посредством болтовых соединений (на рис. не отражены) крепятся отрезки прорезиненной транспортной ленты (3) $\delta=5-10$ мм. Листы (2) выше каркаса (1) на 150 мм, что исключает выброс картофеля (в дальнейшем продукта) через верхнюю плоскость машины в процессе работы. Каркас (1) установлен на колеса (4) с прорезиненным ободом, что придает машине мягкость в работе и определенную мобильность.



1 – каркас, 2 – листы боковых стенок, 3 – прорезиненная транспортная лента, 4 – колеса, 5 – отводящие лотки, 6 – отрезки прорезиненной ткани, 7 – подвижной лоток, 8 – отверстия, 9 – ленты, 11 – труба, 14 – посадочные места под трубу, 15 – рамка, 17 – внешняя рамка, 20 – вибраторы, 21 – натяжные болты для натяжения блока лент, 25 – пружины, 28 – транспортер для отвода земли, 29 – транспортер для отвода картофеля.

Рисунок 1.4 - Машина сортировки картофеля от комковой земли (патент РФ № 2464112)

В средней части каркаса (1) установлены отводящие лотки (5), выполненные из листового железа $b=1$ мм. На лотки (5) посредством болтовых соединений (на рис. не указаны) наложены отрезки из прорезиненной ткани (6).

Подвижным лотком (7) за счет отверстий (8) регулируется смещение «влево»-«вправо» в зависимости от количества и размера комковой земли.

Внутри каркаса по длине расположен блок натянутых плоских лент или веревок (9) и состоящий из 3-х «плоскостей».

Ленты (9) изготовлены из синтетических нитей промышленного изготовления ширина $a=100$ мм, толщина $b=3-5$ мм. В среднем ряду блока лент одна лента - крайняя (10) $a=50$ мм, $b=3-5$ мм.

Ленты закреплены на нержавеющей стальную трубу (11), $d=12$ мм.

Между лентами (9) на трубе (11) предусмотрена труба-шайба (12) большего диаметра с шайбами (13) по обе стороны. Продольная ось блока лент (9) наклонена к горизонтальной оси на угол $4^{\circ}-5^{\circ}$.

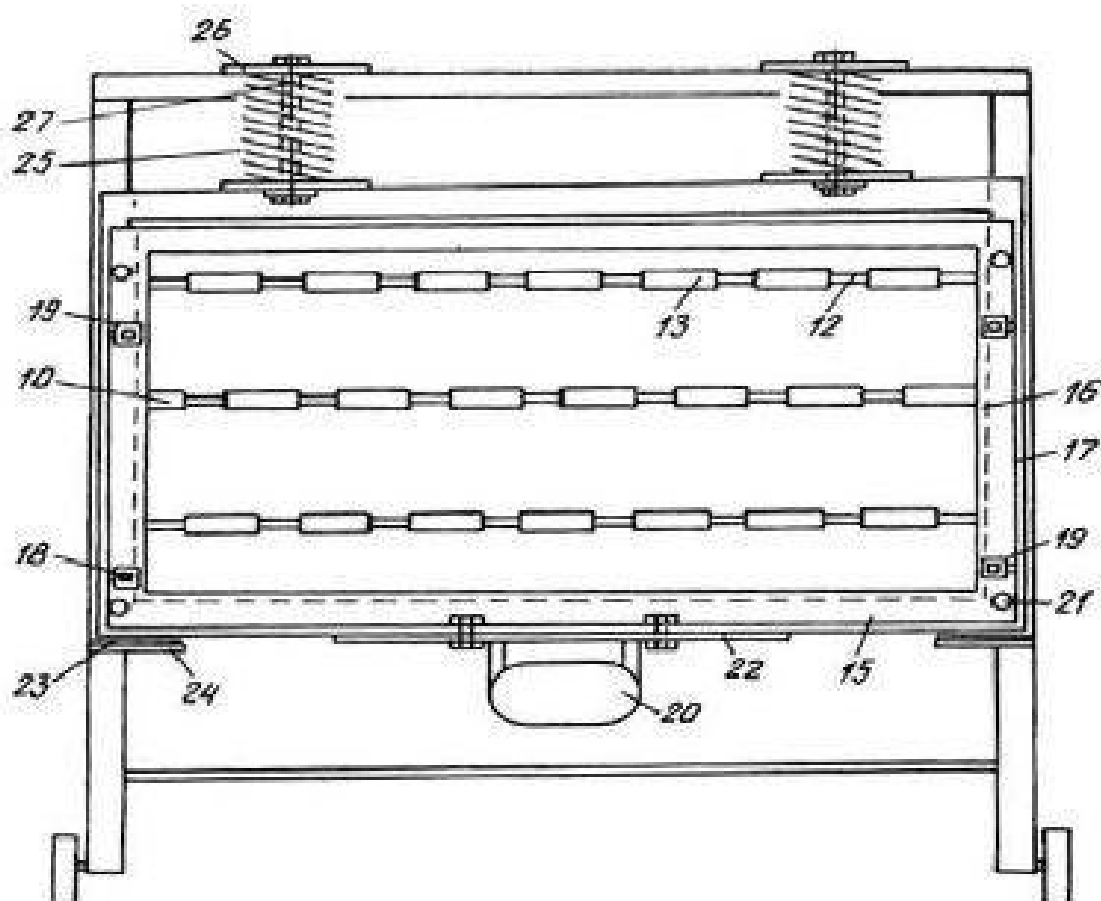
Трубы (11) с обеих сторон каркаса установлены в посадочные места (14) создающей колебания рамки (15). Посадочные места (14) представляют собой две металлические пластины (16) $b=2-3$ мм, $h=20$ мм, приваренные к внешней рамке (17).

Во внутренней рамке (15) жестко крепятся опорные ролики (подшипники качения $D=20$ мм) (18) в количестве четырех единиц. Ролики (18) через прорези (19) позволяют создавать мягкое передвижение рамок (15) при работе вибраторов (20). Для натяжения блока лент (9) после монтажа и в процессе работы установлены натяжные болты (21) в количестве четырех единиц, опорой которой служит внутренняя рамка (17) (рисунок 1.5). Если возникнет необходимость более сильного натяжения лент (9), то к внутренней рамке по кромке боковых ребер уголка наваривается металлическая пластина шириной $a=40-50$ мм.

Для создания вибрации лент (9) на рамках (17) установлены вибраторы (20) промышленного изготовления мощностью $p=0,5$ кВт (применяются для укладки бетона), установленные на внешних рамках (17) каркаса (1), направленные рабочим усилием вверх.

Вибраторы (20) крепятся к металлической пластине (22) $b=34$ мм, $L=500-600$ мм сваркой на внешней рамке (17).

Для уменьшения возможных механических биений рамки в процессе работы вибраторов (20) установлены ограничители (23) движения рамок (17). На ограничители наложены прорезиненные накладки (24) $b=10$ мм.



10 – крайняя лента, 12 – труба шайба, 13 – шайбы, 16 – металлические пластины, 17 – внешняя рамка, 18 – ролики, 19 – прорези, 20 – вибратор, 21 – натяжные болты, 22 – металлическая пластина, 23 – ограничители движения рамок, 24 – прорезиненные накладки на ограничители, 25 – пружины, 26 – опорные планки, 27 – внутренние стяжные болты

Рисунок 1.5 - Машина сортировки картофеля от комковой земли (РФ № 2464112)

Для создания противодействующей силы работе вибраторов (20) предусмотрены пружины (25), установленные между опорных планок (26) в 3-4 мм и закрепленные внутренними стяжными болтами (27).

Работа машины по отсортировке комковой земли основана на «условном» соизмерении удельных весов продукта и комковой земли.

Комковая земля с продуктом, попадая с загрузочного конвейера (транспортера) в верхнюю часть машины на ленты (9), поддается вибрации за счет работы вибратора (20) и, соответственно, вибрации рамок (17) с лентами (9), стремится одновременно скатываться вниз по лентам (9) за счет наклона

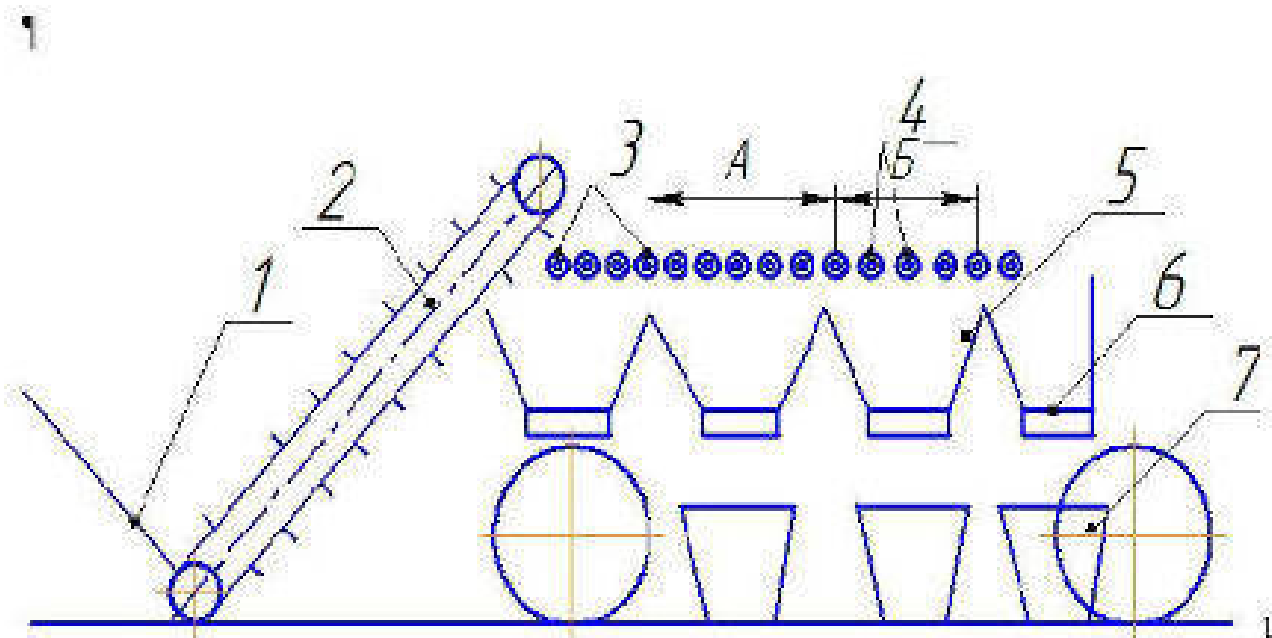
продольной оси лент (9) и, проходя сквозь промежутки между лентами, попадает на отводящие лотки (5).

Достоинством машины по отсортировке картофеля от комковой земли являются: отсортировка продукта от комковой земли до 80%; относительно малый вес $\approx 0,25$ -тН; потребляет малое количество электроэнергии - $P_{эл.э.}=1,0$ кВт, не требует отдельной единицы обслуживающего персонала, проста в изготовлении и дальнейшей технической эксплуатации; при отсутствии загрузочного конвейера (поломке) за счет небольшой высоты загрузка на отсортировку продукта ведется вручную (вилы-бармаки, совковые лопаты); за счет того, что рабочая часть поверхности машины, отводящие лотки покрыты прорезиненной лентой и приемные сортирующие ленты синтетические, травмирование клубней небольшое, предполагаемая производительности около 7 т/час.

К недостаткам данной сортировальной машины можно отнести сортировку клубней картофеля от комковой земли и увеличение производительности достигается путем увеличения размеров сортирующего устройства.

Роликовая сортировальная установка КСЭ-15Бразграничивает клубни на фракции по размерам. Ее плоскость составлена из обрезиненных фигурных вращающихся роликов 4. На участке А ролики образуют ячейки шириной (по ходу обрабатываемого материала) 45 мм, на участке Б – шириной 55 мм. Для выделения примесей и клубней массой до 20 грамм перед фигурными роликами помещен сепаратор, состоящий из 5-ти дисковых батарей. Диски 3 сепаратора смонтированы на валах. Валы с дисками и роликами находятся параллельно и вращаются в одной направленности. Под роликами поставлены сборники 5 с транспортерами 6 для отвода клубней и примесей. Клубни загружаются в ковш 1, из которого транспортер 2 подает их на дисковый сепаратор. Клубни перекачиваются по дискам, а примеси проваливаются в просветы между ними. Дальше клубни передвигаются роликами 4 и, западая в ячейки (на участке А – маленькие клубни, на участке Б - средние), проходят

книзу. Большие клубни пойдут по роликовой плоскости. Транспортерами 6 клубни загружаются в контейнеры 7 (рисунок 1.6).

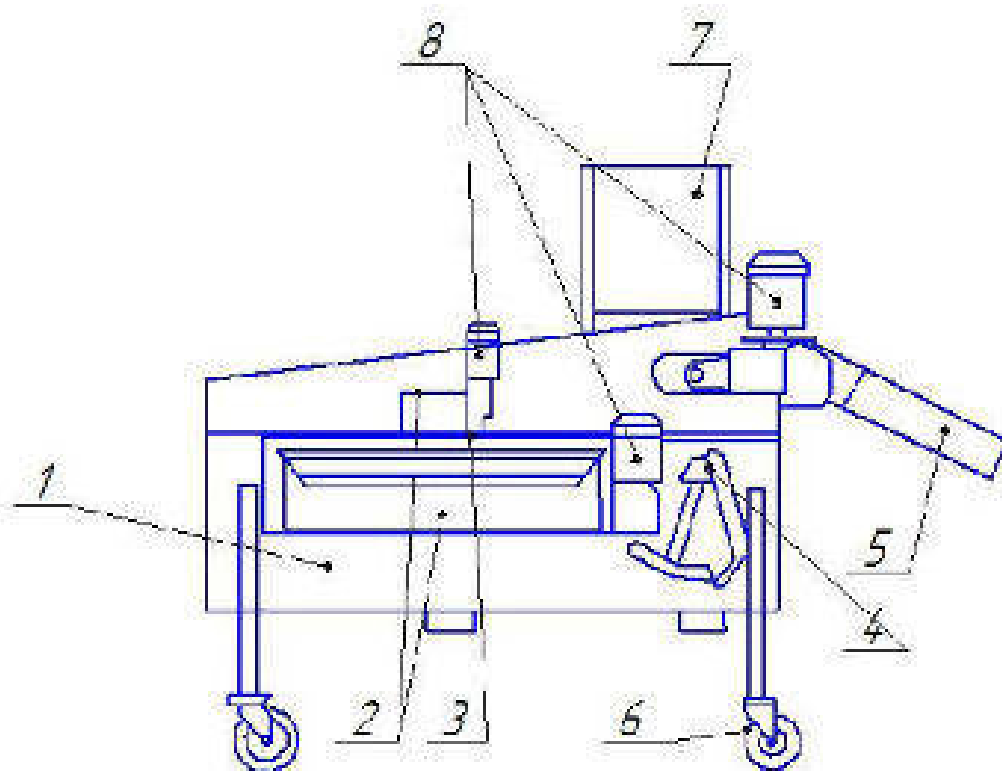


1 – ковш, 2 – загрузочный транспортер, 3 – дисковый сепаратор, 4 – ролики, 5 – сборники, 6 – выгрузные боковые транспортеры, 7 – контейнеры.

Рисунок 1.6 – Технологическая схема роликовой сортировки КСЭ-15Б

Данная роликовая сортировка входит в состав передвижного картофелесортировального пункт КСП-15Б, который применяют для поточной доочистки картофеля от ненужных примесей, сортирования клубней на 3 фракции (мелкие (25-50 г), средние (51-80) и крупные (81-120 и больше)) и загрузки отсортированного продукта в хранилище, контейнеры или транспортные средства.

Машина для калибровки картофеля (патент ВУ 10633), включающая раму на колесном ходу с установленными двумя конвейерами, электрооборудованием с пультом управления, стойку, очиститель, лоток, встряхиватель, состоящий из основного вала, полиуретановых роликов, отличающаяся тем, что полиуретановые ролики встряхивателя закреплены на подпружиненной стойке, причем два ролика расположены по краям основного вала, а два – по центру на расстоянии 3-5 см относительно основного вала с возможностью контактирования с ячеистым конвейером (рисунок 1.7).

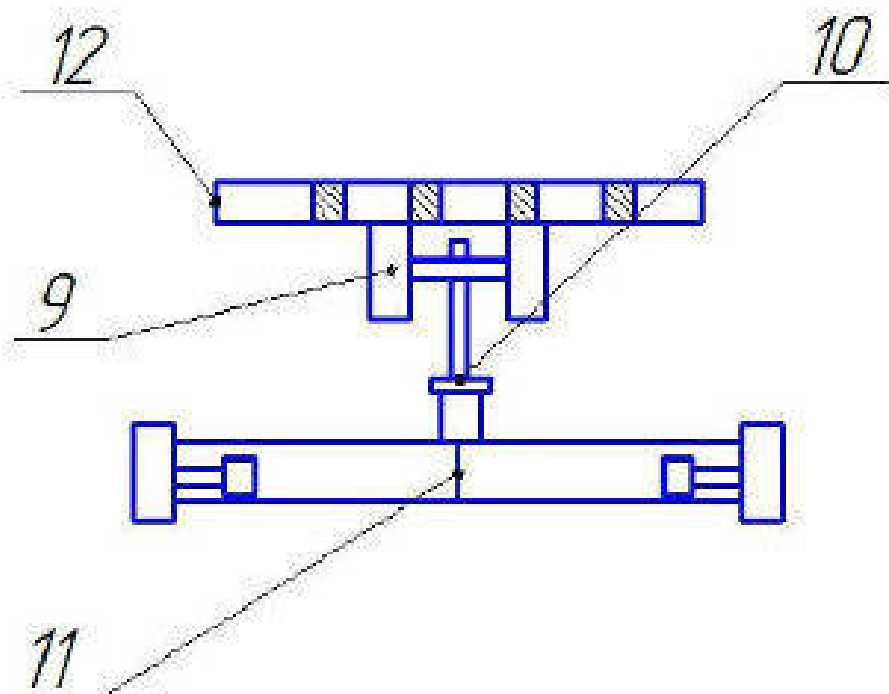


1 – рама; 2 – 2 конвейера; 3 – встряхиватель; 4 – очиститель; 5 – лоток; 6 – колеса; 7 – пульт управления; 8 – электрооборудование

Рисунок 1.7 -Схема машины для калибровки картофеля, общий вид(патент ВУ№10633)

Задачей данной машины для сортировки картофеля является снижение повреждаемости и повышение точности калибровки клубней картофеля.

Поставленная задача достигается тем, что в машине для калибровки картофеля, включающей раму на колесном ходу с установленными двумя конвейерами, электрооборудование с пультом управления, встряхиватель, состоящий из основного вала, полнуретановых роликов, стойку, очиститель, лоток, полнуретановые ролики встряхивателя закреплены на подпружиненной стойке, причем два ролика расположены по краям основного вала, а два - по центру на расстоянии 3-5 см относительно основного вала с возможностью контактирования с ячеистым конвейером.



9 – полиуретановые ролики, 10 – подпружиненная стойка, 11 – основной вал, 12 – ячейчатый конвейер

Рисунок 1.8 Схема расположения роликов встряхивателя, вид спереди (патент BY 10633)

Схема расположения роликов встряхивателя в шахматном порядке (рисунок 1.7) "два по краям основного вала, два по центру" относительно основного вала и закрепленных на подпружиненной стойке позволяет создать волновой эффект и распределять клубни картофеля по всей ширине конвейера, что повышает точность калибрования клубней и снижает их повреждаемость.

Недостатками данной установки является сложность узла встряхивающего устройства и повышение производительности может происходить за счет увеличения сортирующего устройства.

1.2 Вывод по разделу

По результатам проведенного патентного обзора машин по сортировке картофеля можно сделать следующие выводы, что существующие машины имеют свои достоинства и недостатки. Важным направлением в разработке сортировщиков картофеля является уменьшение потребления электроэнергии и снижение металлоемкости этих устройств, путем замены сложных в конструкции и металлоемких узлов более простыми.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Послеуборочный этап производства картофеля неразрывно связан с уборочным процессом. Для сохранения качества и товарного вида выращенных клубней до момента реализации требуется их бережная транспортировка с поля в хранилище, щадящие доработка и закладка на хранение, соблюдение оптимальных условий хранения.

2.1. Основные агротехнические требования

В получении от комбайнов вороха кроме товарных клубней содержатся почвенные и растительные примеси, в том числе соразмерные картофелю почвенные комки и камни, а также нестандартная продукция.

Целью послеуборочной доработки вороха является получение товарных клубней такого качества, которое обеспечит их хранение в течение нескольких месяцев и облегчит предреализационную подготовку. Закладываемые на хранение клубни должны отвечать следующим требованиям:

1) продовольственный картофель разделяют по наибольшему поперечному диаметру (ширине) на две фракции: до 40 мм и более 40 мм, семенной — на три фракции: до 30-35 мм, 35-70 мм и более 70 мм;

2) во фракциях отсортированного картофеля примесь клубней смежных фракций не должна превышать по массе 10%, примесь свободной почвы, комков, камней и растительных остатков для крупной и средней фракций не допускается, для мелкой — не более 5 %;

3) механические повреждения клубней при сортировании биологически зрелого картофеля при температуре не ниже +8°C не должны превышать 5% (по массе);

4) содержание нестандартных клубней в отсортированном картофеле не должно превышать (по массе): клубней с наростами и позеленевшей поверхностью — 0,25-3%, увядших — 5%, с покрытой паршой более 1/4 площади поверхности — 2%;

5) при погрузочных операциях количество поврежденных клубней не должно превышать 2% (по массе) от исходного материала;

6) при использовании прямоточной технологии загрузки клубней в хранилище доля почвенных примесей (в основном, в виде соразмерных комков) не должна превышать 2% (по массе) от исходного материала;

7) при формировании насыпи клубней в хранилище в ней не должны образовываться почвенные столбы;

8) неровности поверхности насыпи клубней в хранилище не должны превышать 0,25-0,3 м;

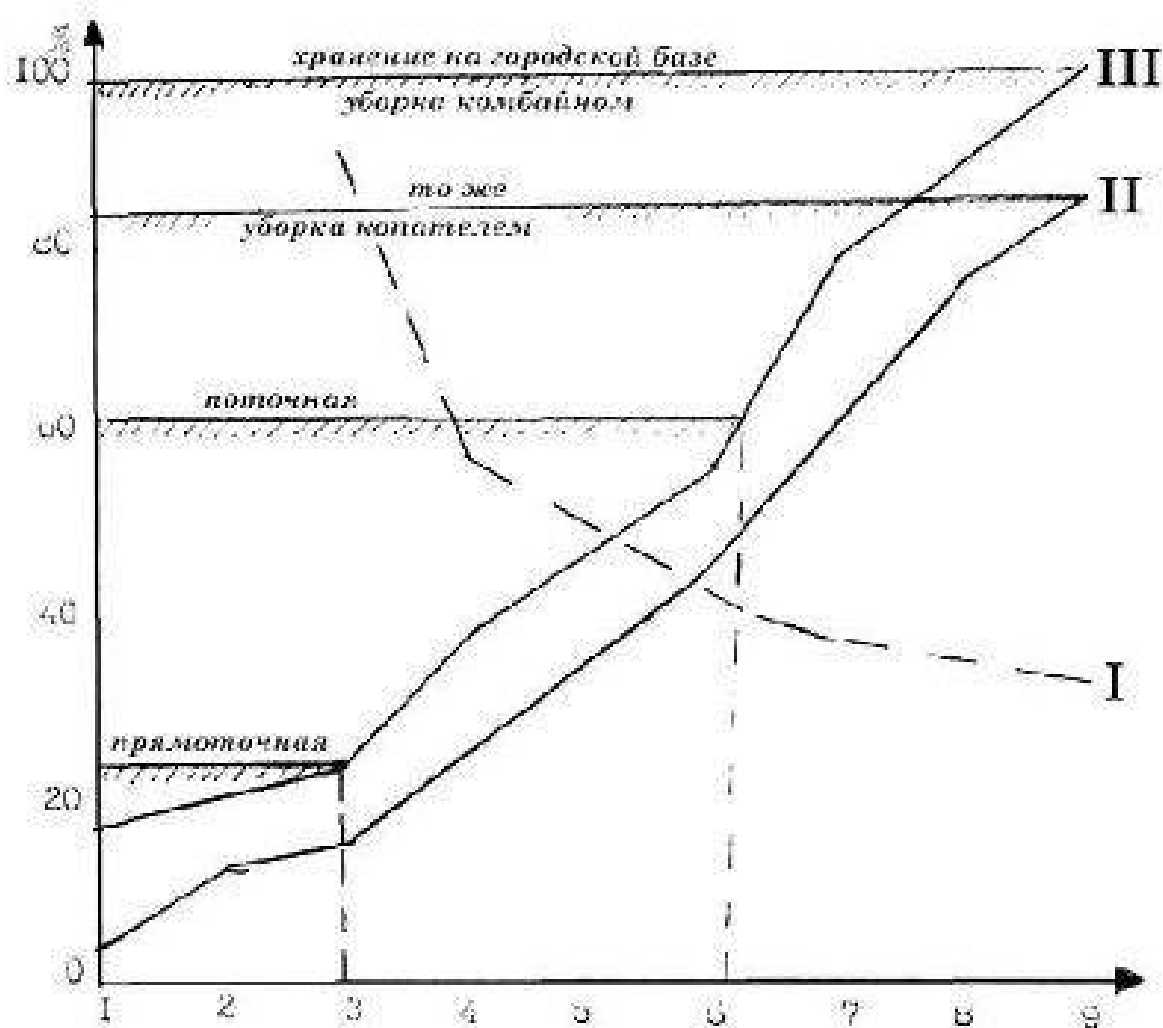
9) высота падения клубней на перепадах с одного агрегата на другой, в том числе при разгрузке транспортных средств в приемный бункер линий и при заполнении контейнеров, не должна превышать 0,3 м.

Повышению лежкости и сохранению исходного качества клубней способствует обработка их биологическими и химическими защитно-стимулирующими средствами.

2.2. Технологии послеуборочной доработки картофеля

Послеуборочная доработка клубней при поточной технологии на сортировальных пунктах (линиях) предусматривает прием вороха от уборочных машин, сортирование клубней на фракции, отделение от них примесей и некондиционных клубней, подачу фракций, выделенных примесей и некондиционного продукта в хранилище, контейнеры или транспортные средства.

Существуют три основных типа технологии доработки и закладки клубней на хранение: поточная, перевалочная и прямоточная, которые должны стыковаться с рассмотренными выше способами уборки. Их применение характеризуется различными уровнями механических повреждений клубней, а также и других показателей качества закладываемого картофеля (рис. 2.1, табл. 2.1).



I - выход стандартного картофеля в зависимости от технологии и места хранения, II - уровень механических повреждений при уборке копательем и хранении в городской базе с перевозкой картофеля осенью по железной дороге, III - то же, но при уборке комбайном.

1 - уборка, 2 - транспортировка, 3 - загрузка в хранилище или сортировальный пункт, 4 - доработка на сортировальном пункте.

5 - перегрузка в транспортные средства, 6 - транспортировка с загрузкой в вагоны, 7 - транспортировка и выгрузка из вагонов, 8 - загрузка в транспортные средства для перевозки на базу, 9 - транспортировка и загрузка в хранилище на базе.

Рисунок 2.1 – Уровень механических повреждений клубней и выход стандартного картофеля в зависимости от способа уборки, технологий загрузки в хранилище и места хранения.

Таблица 2.1 – Механические повреждения клубней и потери при хранении в зависимости от применяемой технологии уборки (усредненные данные, %)

Виды повреждений и другие показатели	Технологии уборки		
	поточная	перевалочная	прямоточная

Обдир кожуры до 1/2 поверхности клубня	16,5	6,9	5,5
Обдир кожуры более 1/2 поверхности клубня	22,6	5,7	4,6
Трещины, вырывы и порезы мякоти клубней	9,3	6,8	2,9
Потемнение мякоти клубней глубиной более 5 мм	18,0	11,9	7,2
Механические повреждения клубней общие	66,4	31,3	20,2
Общие потери за 8 месяцев хранения	32,2	18,7	8,3
Отходы при очистке клубней во время переработки	26,0-28,0	20,0-22,0	13,0-15,0

Поточная технология послеуборочной доработки картофеля

Картофель, убранный комбайном или копателем, поступает на сортировальный пункт для отделения примесей и калибрования на фракции с последующей закладкой на хранение. По сравнению с другими, при этой технологии клубням наносится наибольшее количество разнообразных механических повреждений, особенно при перегрузках. Поэтому ее следует применять лишь в случае осенней реализации картофеля или когда убираемый комбайном картофель поступает с поля с примесью почвы: более 15-20% и с растительными остатками, а также ее применение возможно в случае, когда клубни полностью вызрели, с скрепшей кожурой и не поражены болезнями.

Перевалочная технология послеуборочной доработки картофеля

Клубни, доставленные с поля, перед закладкой на хранение и сортированием на пункте выдерживают во временных буртах. Применение данной технологии рекомендуется при значительном поражении клубней удущьем, фитофторозом, мокрой гнилью, а также при проведении уборки в холодную и дождливую погоду, особенно комбайнами на тяжелых почвах.

Прямоточная технология послеуборочной доработки картофеля

Поступающий с поля картофель сразу закладывается на хранение без осеннего сортирования. При этом допускается примесь почвы в ворохе (в основном, в виде комков) до 15-20%. При большом содержании почвы или наличии растительных примесей и остатков ботвы, а также больных клубней, их отделение совмещают с загрузкой хранилища (рис. 2.2).

При этой технологии формирование насыпи в хранилище должно проводиться при постоянном перемещении стрелы, например, погрузчика ТЗК-30, в горизонтальной плоскости, во избежание образования в насыпи почвенных столбов, в которых клубни легко загнивают и быстро прорастают.

Исходное качество картофеля, закладываемого на хранение, определяют клубневым анализом, который проводят перед уборкой, чтобы определить технологию послеуборочной доработки, а также дополнительно в процессе уборки и через 2—3 недели после закладки для оценки лежкости картофеля и выбора режима и интенсивности вентилирования соответственно результатам анализа. Оценку развития болезней проводят по методике, указанной в ГОСТ 53136—2008 «Картофель семенной. Приемка и методы анализа» и ГОСТ 7194—81 «Картофель свежий. Правила приемки и методы определения качества». По результатам анализа составляется акт, в котором в процентах указываются пораженные клубни, отдельно по каждому виду гнилей и механических повреждений.



Рисунок 2.2 – Закладка картофеля в хранилище навального типа по прямоточной технологии «спеле-хранилище» с минимальной доработкой

Из данных таблицы 12.1 следует, что при отсутствии осенней реализации картофель следует закладывать на хранение по прямоточной технологии, и лишь в экстремальных условиях — по переизалочной. При поточной технологии, при общем высоком уровне механических повреждений клубней, значительно возрастает процент потемнения мякоти от ударов, что приводит к большим отходам при очистке клубней — в два раза выше в связи с общим снижением качества клубней по сравнению с прямоточной технологией.

Предварительную оценку лежкости картофеля можно дополнительно определить, применив метод «пакета», особенно в процессе временного хранения при перевалочной технологии. Для этого равномерно, без выбора, отбирают средние пробы (4*100 шт) клубней и помещают их в полиэтиленовые пакеты размером 0,4*0,7 м. Пакеты плотно завязывают и хранят при температуре 18-20°C в течение 14-16 суток. По истечении этого срока проводят визуальный учет клубней здоровых и пораженных различными гнилями. При массовом загнивании (более 5% гниющих клубней) клубни считаются непригодными для хранения и подлежат немедленной реализации.

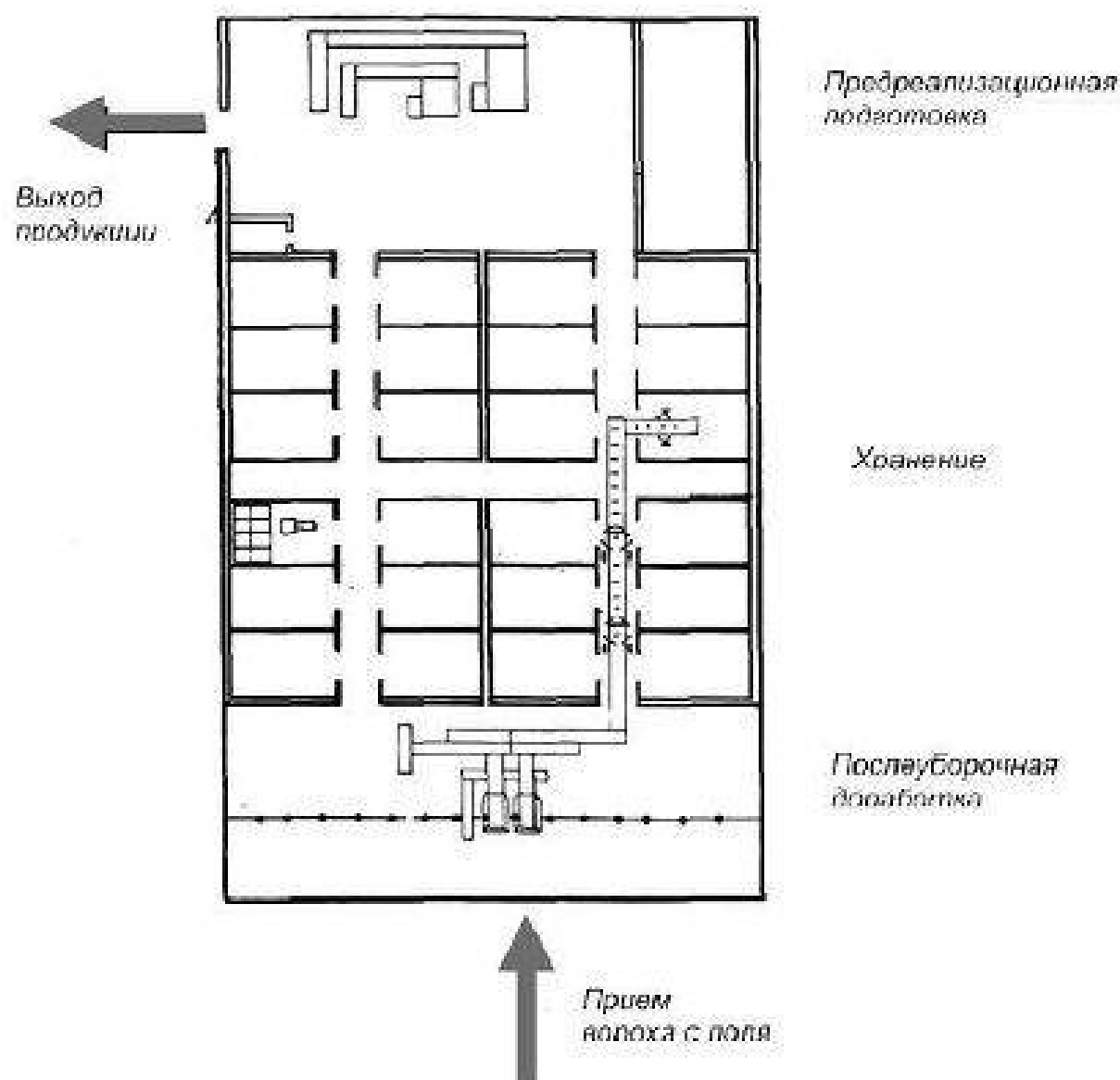


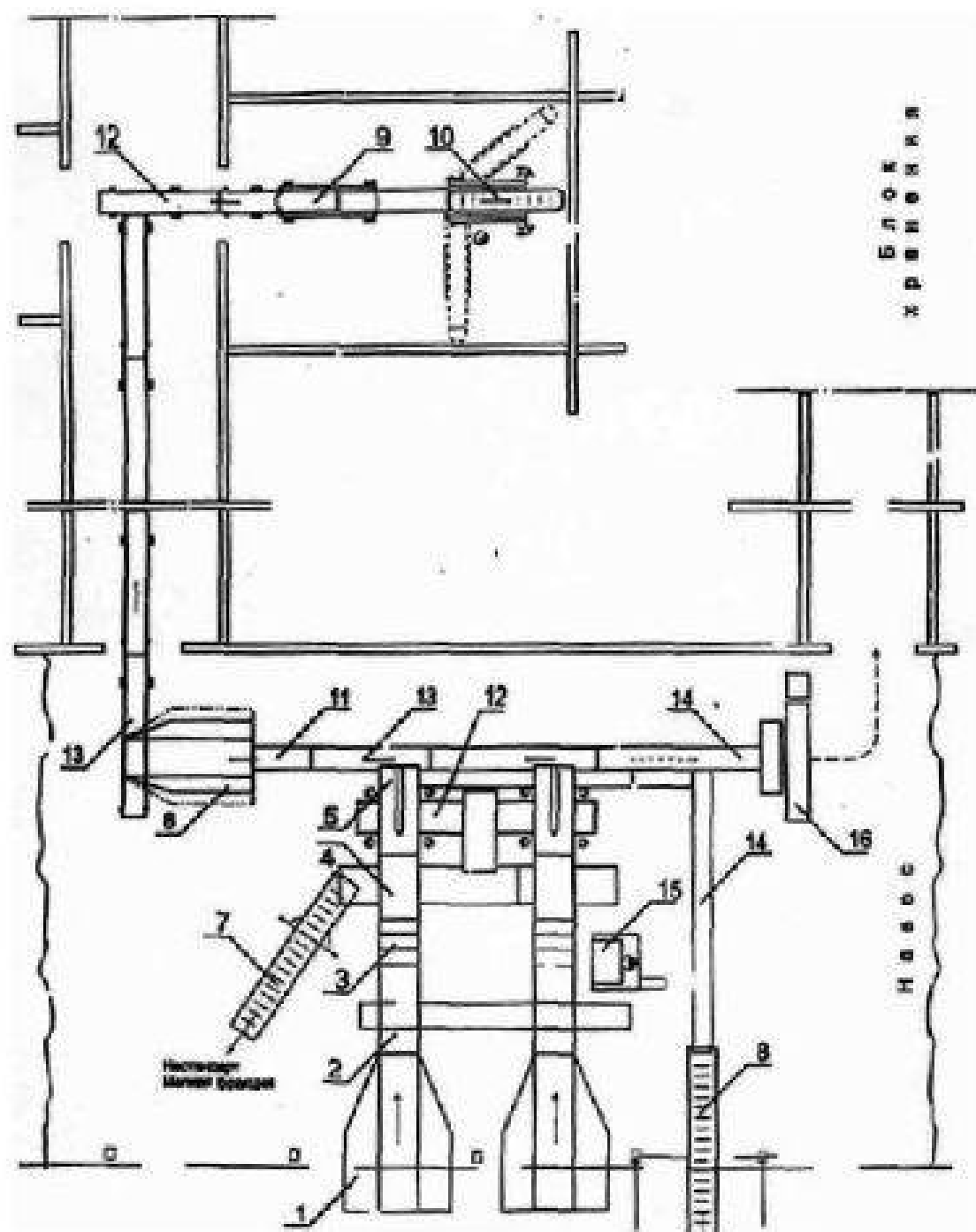
Рисунок 2.3 – Схема комплекса послеуборочной доработки, хранения и предреализационной подготовки клубней

Исходное качество клубней зависит также от места хранения: в городе или в местах выращивания. При закладке в городе применяется поточная технология с последующей

осенней транспортировкой и погрузочно-разгрузочными работами, при которых клубням наносятся дополнительные механические повреждения, увеличивающие потери при хранении. При хранении в местах выращивания осенью картофель в хранилище загружают в основном по прямоточной технологии, без осеннего сортирования, а доработку клубней и товарную подготовку проводят в процессе хранения. При этом для снижения повреждений партии картофеля, подлежащие реализации в текущий момент и хранящиеся, например, при температуре 3-4°C, необходимо постепенно прогреть до температуры 8-12°C в течение 1,5-2 недель. По имеющимся данным процент гнилей у картофеля, убранного в холодную дождливую погоду и сразу отсортированного (поточная технология), в несколько раз больше, чем у заложенного по прямоточной технологии в места выращивания.

Технологические схемы, базирующиеся на неразрывной связи операций послеуборочной доработки клубней с операциями по возделыванию картофеля и его транспортировке с поля, позволяют минимизировать потери клубней, сохранить качество выращенной продукции в соответствии с требованиями рынка и, в конечном итоге, повысить рентабельность производства. Это подтверждается отечественным и зарубежным опытом производства картофеля. Практика показывает, что на современном этапе развития послеуборочной доработки целесообразно совмещение технологических операций по доработке клубней, хранению, а в ряде случаев и по переработке на картофелепродукты в едином комплексе на базе хранилища (рис. 2.3, 2.4). Подобные комплексы располагаются, как правило, в местах выращивания картофеля.

Перечень технологических операций послеуборочной доработки клубней и комплектация соответствующего набора машин для каждого отдельного хозяйства определяются с учетом почвенноклиматических условий возделывания картофеля, его назначения, объема производства, финансовых возможностей предприятия и прочих факторов.



1 - приемный бункер, 2 - подводящий конвейер, 3 - отделитель примесей, 4 - сортировочный модуль, 5 - переборочный стол, 6 - бункер-компенсатор, 7, 8 - выгрузные конвейеры, 9 - передвижной телескопический конвейер, 10 - самоходный загрузочный элеватор навалых секций, 11 - 14 - передвижные реверсивные ленточные конвейеры, 15 - пульт управления, 16 - загрузчик контейнеров

Рисунок 2.4 – Схема размещения технологического оборудования для доработки и загрузки картофеля в секционном хранилище при хранении навалом и в контейнерах

Строительная часть стационарных пунктов может иметь накопительную площадку для временного хранения клубней вместимостью 400-500 тонн. Она может быть снабжена системой вентиляции для подсушки клубней. Разновидностью стационарного пункта является размещение технологического оборудования для послеуборочной доработки

картофеля под навесом здания хранилища. В качестве варианта, когда с поля поступают клубни низкого качества, возможно, как отмечалось выше, использовать перевалочную технологию. В этом случае после временного хранения на площадке клубни можно дорабатывать как по поточной, так и по прямоточной технологиям. В последнем случае операции по доработке клубней совмещаются с загрузкой их в хранилище. Стационарное технологическое оборудование для послеуборочной доработки клубней, смонтированное внутри хранилища, используют в течение всего периода хранения, включая этап предреализационной подготовки клубней.

2.3. Технологии и организация работ при доработке и закладке клубней на хранение

Организация работ на плече «поле-хранилище» в значительной степени определяется инфраструктурой хозяйства, типом хранилища, назначением и способом хранения картофеля и набором имеющейся техники.

В большинстве хозяйств в нашей стране на основе серийных машин было организовано два транспортных плеча от поля до хранилища (потребителя): «комбайн — сортировальный пункт» и «сортировальный пункт — хранилище (потребитель)», т.е. уборка и послеуборочная доработка проводились по разомкнутой или двухступенчатой технологии с большим количеством перевалок, приводящим к значительным повреждениям клубней. Несмотря на то, что весь уборочный комплекс средств механизации был разделен на две части, данная технология имела существенные преимущества. Но эти преимущества в то время не могли быть реализованы в полной мере из-за отсутствия достаточного количества современных хранилищ на местах.

В странах Западной Европы, в США и в Канаде развитие хранения картофеля на местах было более развито. Это создало условия для применения единой, или одноступенчатой технологии с одним плечом транспортных средств от поля до хранилища. Количество перевалок снижается, а в хранилищах используются линии, осуществляющие прием, доработку и загрузку клубней на хранение. Данный тип технологии реализуется при совмещении сортировального пункта с хранилищем, куда картофель после доработки поступает по ленточным конвейерам при хранении навалом или заводится в контейнерах электропогрузчиками. В этом случае отпадает необходимость в бункерах-накопителях, являющихся источником дополнительных повреждений клубней. Основные показатели названных технологий приведены в таблице 2.2. Как видно из этой таблицы, единая технология имеет преимущества перед разомкнутой.

Таблица 2.2 – Основные показатели технологий на плече «поле - хранилище»

Тип технологии	Основные показатели		
	Миним	Количество	Общие
	количество	технологических	посереждения
	перепадов	операций	клубней, %
Разомкнутая	до 6	12-21	8-45
Единая	2	7-14	2 7 3

Во время уборки необходимо ускорять разгрузку транспортных средств, прибывающих с картофелем от комбайнов на линию. Установка в линиях двух приемных каналов (мест) вместо одного решает данную задачу.

Таблица 2.3 – Показатели взаимодействия потока машин от комбайнов и линий для доработки картофеля с разным количеством приемных каналов

Показатели	Кол-во приемных каналов	
	1	2
Среднее количество машин, прибывших от комбайнов, в очереди, шт.	1,05	0,07
Среднее время ожидания машины разгрузки в очереди, мин.	8,8	1,0
Производительность, т/ч	7,1	18,9

Из таблицы 2.3 видно, что с увеличением числа приемных каналов время разгрузки машин и ожидания в очереди значительно снижается, а производительность линии растет. При интенсивном потоке транспортных средств с убранными клубнями следует устанавливать не менее двух приемных бункеров, что существенно снижает общее время их разгрузки в бункера линии и ускоряет процесс уборки.

2.3. Технологические расчеты

Частота вращения барабанного рабочего органа, при которой происходит подъем частицы на заданный угол можно рассчитать по формуле:

$$n_B = \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{g \sin(\beta_{\Pi} - \varphi)}{R \sin \varphi}} \approx 30 \sqrt{\frac{\sin(\beta_{\Pi} - \varphi)}{R \sin \varphi}}, \quad (2.1)$$

где n_B – частота вращения барабанного рабочего органа при определенном угле подъема частицы M , мин^{-1} ,

g – ускорение свободного падения, м/с^2 , $g = 9,81 \text{ м/с}^2$,

β_{Π} – угол подъема,

φ – угол трения,

R – радиус барабана.

Для того, чтобы частица M поднялась на угол $\beta_{\Pi} = 45^{\circ}$, необходимо чтобы $n_{\Sigma} = 44 \text{ мин}^{-1}$.

Путь, проходимый частицей M (крупная фракция) по барабанному рабочему органу от начала до конца, определяется

$$s = L / \sin \delta, \quad (2.2)$$

где s – путь, проходимый частицей M по барабанному рабочему органу, мм;

L – длина барабанного рабочего органа, $L = 3500 \text{ мм}$.

В соответствии с большей длиной пути прохождения частицы M по поверхности барабанного рабочего органа и увеличением времени контакта частицы M с поверхностью барабанного рабочего органа вытекает основное достоинство машин с барабанным рабочим органом. При угле наклона барабанного рабочего органа $\alpha = 5 \dots 10^{\circ}$, частица проходит путь в 3...5 раз больше длины барабанного рабочего органа.

Находим скорость V_L осевого перемещения частицы M , используя равенство (2.2):

$$\frac{L}{V_L} = \frac{T_L 2\pi}{\alpha R}, \quad (2.3)$$

откуда определяем скорость осевого перемещения частицы M по барабанному рабочему органу

$$V_L = \frac{L \alpha R}{T_L 2\pi}, \quad (2.4)$$

После подстановки значений учитывающих конструктивные особенности окончательно получим

$$V_L = \frac{\pi R}{30} T_L g \delta = \alpha R g \delta, \quad (2.5)$$

где V_L – скорость осевого перемещения частицы M , $V_L = 0,16 \text{ м/с}$, R – радиус барабанного рабочего органа, м, T_L – число оборотов, которое должен совершить барабанный рабочий орган, чтобы частица M , движущаяся по линии AB , прошла всю длину, шт.

Исходя из уравнения (2.5), получаем, что скорость подачи барабанного рабочего органа V_L , работающего при первом режиме, прямо пропорционально его угловой скорости ω , радиусу R и тангенсу двойного угла α наклона барабанного рабочего органа.

Производительность машины для сортировки клубней картофеля

$$Q = \varphi \rho_{\Pi} V_L F, \quad (2.6)$$

где ψ - коэффициент разрыхления картофельного вороха, $\rho_{\text{п}}$ – плотность вороха, кг/м^3 , F – площадь сечения слоя вороха в барабанном рабочем органе, м^2 .

После подстановки значений получим производительность машины с барабанным рабочим органом, которая составит 1,5 кг/с .

3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1. Выбор, обоснование и описание новой конструкции устройства сортировки картофеля

Барабанная сортировка картофеля (рисунок 3.1) состоит из барабана 1, привода 2, рамы 3, четырех роликовых устройств 4, щитка электрического в котором находится устройство преобразования частоты и выключатель установки, звездочки двигателя 6, двух приемных лотков 7 большого размера для мелкой и средней фракции, одного малого лотка 8, для приема крупной фракции, регулятора наклона 9, двух цепей 12, 13 разной длины и электродвигателя 17. Установка подключена к источнику питания (380 Вольт, 50 Гц). Для уменьшения оборотов электродвигателя в установке присутствует регулятор частоты. Выходной вал электродвигателя соединен с приводной звездочкой посредством цепной передачи.

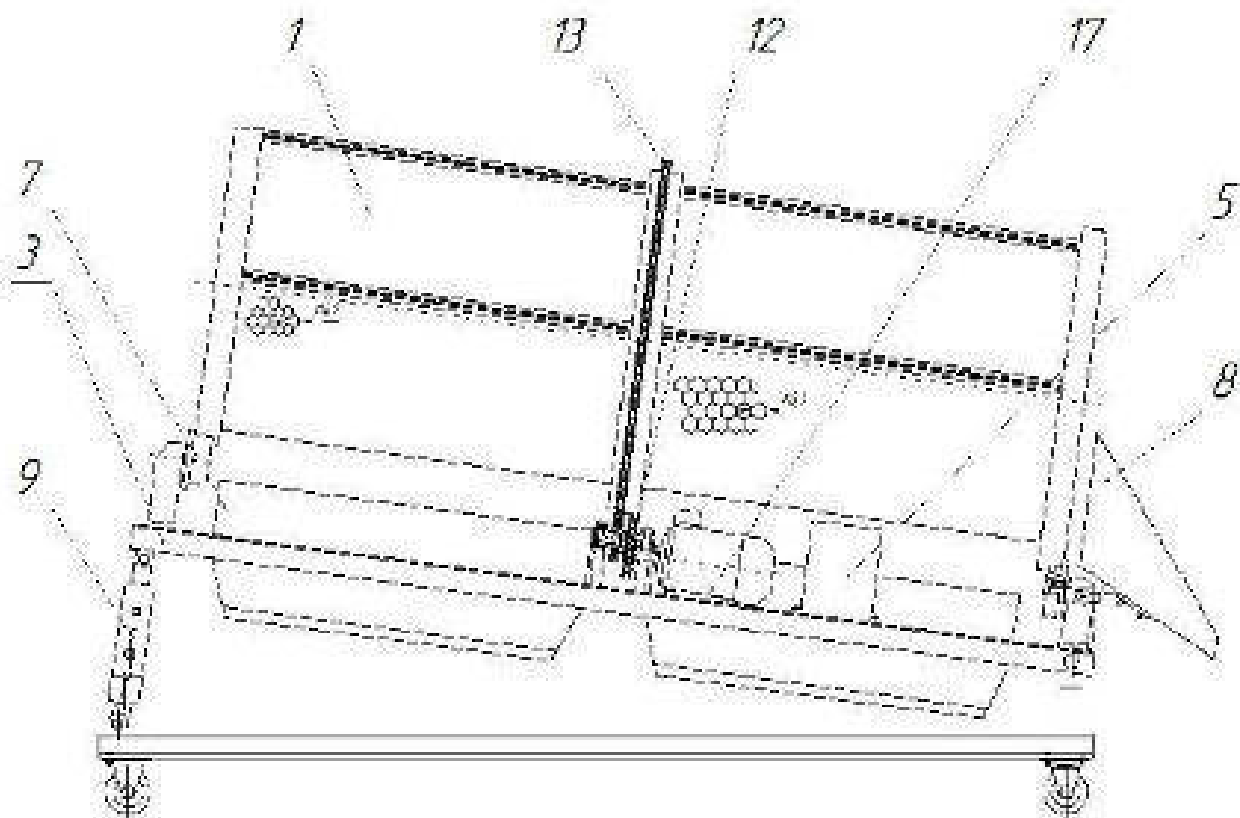


Рисунок 3.1- Устройство сортировки картофеля.

Предлагаемая установка устанавливается в пунктах переработки и сортировки картофеля.

Устройство работает следующим образом.

Клубненосная масса посредством ручного труда или транспортного механизма подается в сортирующую область барабана. Перемещаясь по решетчатой области барабана определенная фракция картофеля проваливается через решетку. Так как решетка выполнена в форме правильного шестиугольника и имеют определенный размер для каждой фракции картофеля, в приемные лотки попадает только нужная нам фракция. Первая область барабана предназначена для мелкой фракции, вторая область для средней, а крупная фракция картофеля поступает из барабана на малый приемный лоток 8.

Электродвигатель 17 передает вращательное движение приводу посредством цепной передачи 12. Привод аналогично посредством цепной передачи передает вращательное движение барабану 1 установки.

Барабан установки совершает вращательные движения опираясь на четыре прорезиненных роликовых устройства 4, которые закреплены к раме 3 установки.

Частоту вращения барабана можно регулировать с помощью частотного преобразователя, находящегося в электрическом щитке 5. Применение частотного преобразователя можно отнести к плюсам устройства, так как отказавшись от установки червячного редуктора мы уменьшили общий вес установки. Уменьшение оборотов с помощью частотного преобразователя лишает нас дополнительных действий по замене звездочек привода, что в свою очередь исключает время на простой оборудования.

На раме устройства установлен регулятор угла наклона 9, с помощью этого устройства регулируется угол наклона барабана, что в свою очередь уменьшает или увеличивает производительность устройства.

3.2. Конструктивные расчеты

В первую очередь необходимо выбирать электродвигатель. Требуемая мощность электродвигателя для приводной станции должна быть не менее 0,37 кВт при частоте вращения 750 об/мин. Такой оборот выбран с учетом того, что необходимо будет применение частотного преобразователя для снижения оборотов. Электродвигатель должен выбираться с некоторым запасом. По ГОСТ 19523-81 принимаем трехфазный асинхронный короткозамкнутый электродвигатель марки 4А80В8У3, с установленной мощностью 0,55 кВт. КПД выбранного электродвигателя составляет 64%, коэффициент мощности - 0,65, скольжение $s = 2,5\%$.

Номинальную частоту вращения двигателя определим по формуле 3.1:

$$n_{\text{ас}} = n \left(1 - \frac{s}{100} \right) = 750(1 - 0,025) = 731,3 \text{ об / мин} \quad (3.1)$$

где n - синхронная частота вращения двигателя $n = 750$ об/мин.

s - скольжение; $s = 2,5\%$

Угловую скорость двигателя определим по формуле 3.2:

$$\omega_{\text{ас}} = \frac{\pi \cdot n_{\text{ас}}}{30} = \frac{3,14 \cdot 731,3}{30} = 76,5 \text{ рад / с} \quad (3.2)$$

Где $n_{\text{ас}}$ - частота вращения двигателя, $n_{\text{ас}} = 731,3$ об/мин.

Частота вращения ротора асинхронного двигателя зависит от частоты напряжения питания. На этой зависимости и основан метод частотного регулирования.

Изменяя с помощью преобразователя частоту напряжения питания на входе двигателя, мы регулируем частоту вращения ротора.

Рассчитаем обороты двигателя при частоте напряжения 10 Гц по формуле 3.3:

$$n_{\text{ас}} = 60 \cdot \frac{f}{P} = 60 \cdot \frac{10}{8} = 75 \quad (3.3)$$

Где n_p - преобразованная частота вращения двигателя, f - частота напряжения, p - число полюсов электродвигателя.

Согласно правилу, число оборотов ведомого колеса во столько раз меньше числа оборотов ведущего, во сколько раз его диаметр больше диаметра ведущего колеса.

Следовательно, при 10 Гц скорость вращения барабана будет 12 об/мин.

Далее необходимо рассчитать сварные соединения рамы конструкции.

3.2.1. Расчёт сварных соединений

Два профиля из стали марки С245 сечением 80 x 60 мм и толщиной стенки $t=4$ мм соединены прямым сварным швом встык ручной сваркой электродами Э42А с визуальным способом контроля качества шва. Требуется рассчитать сварное соединение, при действии расчетного осевого растягивающего усилия $N = 400$ Н. Стык принадлежит растяжке.

1. Определяем расчетное сопротивление шва. Согласно нормативным документам стыковой шов, работающий на растяжение при ручной сварке и визуальном контроле качества рассчитывают по пределу текучести 3.4:

$$R_{wy} = 0,85 R_y \quad (3.4)$$

Согласно ГОСТ 27772-88 марка стали С-245 с расчетным сопротивлением по пределу текучести $R_y = 240$ МПа.

Следовательно, для рассчитываемого стыка:

$$R_{wy} = 0,85 \times R_y = 0,85 \times 240 = 204 \text{ МПа.}$$

2. Определяем расчетные размеры шва по конструктивным требованиям:

толщина шва – $t = t_{\min} = 4 \text{ мм} = 0,004 \text{ м}$;

длина шва $l_w = l - 2t = 0,28 - 2 \times 0,004 = 0,2 \text{ м}$.

3. Проверяем прочность шва по формуле: γ_c – коэффициент условий работы определяется по справочным материалам – $\gamma_c = 0,9$.

$$\frac{N}{t l_w} = \frac{400 \cdot 10^3}{0,004 \cdot 0,2} = 50 \text{ МПа,} \quad (3.5)$$

$$R_{wy} = 204 \times 0,9 = 183,6 \text{ МПа,}$$

$$50 \leq 183,6 \text{ МПа}$$

Условие прочности выполняется.

Вывод: стык с толщиной шва $t = 0,004$ м и длиной шва $l_w = 0,2$ м пригоден к эксплуатации при соответствующем качестве сварки.

3.2.2 Расчет цепной передачи

Выбираем приводную роликовую однорядную цепь. Вращающий момент на ведущей звездочке определим по формуле 3.6:

$$T = \frac{P_M}{\omega_{d1}} = \frac{0,55 \cdot 10^3}{76,6} = 71,8 \cdot 10^1 \quad (3.6)$$

Передаточное число цепной передачи $u = 1$.

Определим число зубьев:

ведущей звездочки по формуле 3.7:

$$z_1 = 31 - 2u = 31 - 2 \cdot 1 = 29 \quad (3.7)$$

Принимаем $z_1 = 29$

ведомой звездочки по формуле 3.8:

$$z_2 = z_1 \cdot u = 29 \cdot 1 = 29 \quad (3.8)$$

Принимаем $z_2 = 29$

Тогда фактическое передаточное число равно 3.9:

$$u_{\text{ф}} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{29}{29} = 1 \quad (3.9)$$

Отклонение составит: 0% что меньше допустимого, равного 3%.

Расчетный коэффициент нагрузки определим по формуле 3.10:

$$K_f = k_d + k_a + k_v + k_s + k_{\text{см}} + k_z = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 1,25 = 1,56 \quad (3.10)$$

Где k_d - динамический коэффициент, в соответствии с нормативными документами при спокойной нагрузке $k_d = 1$

k_a - коэффициент, учитывающий влияние межосевого расстояния, в соответствии с рекомендацией нормативных документов $k_a = 1$

k_v - коэффициент, учитывающий влияние угла наклона линии центров (в данном случае угол не превышает 60°), в соответствии с рекомендацией справочных документов $k_v = 1$

k_p - коэффициент, учитывающий способ регулирования натяжения цепи, в соответствии с рекомендацией справочных документов при периодическом регулировании $k_p = 1,25$

k_{sm} - коэффициент, при непрерывной смазке цепи в соответствии с рекомендацией справочных документов $k_{sm} = 1$

k_z - коэффициент при двусменной работе в соответствии с рекомендацией справочных документов $k_z = 1,25$

Для определения шага цепи ориентировочно зададимся величиной допускаемого давления в шарнирах опоры. Ведущая звездочка имеет частоту вращения $n_p = 75$ об/мин

Среднее значение допускаемого давления в соответствии с рекомендациями справочных материалов $[p] = 25$ МПа. Определим шаг однорядной цепи по формуле 3.11:

$$t \geq 2,8 \cdot \sqrt[3]{\frac{T_2 \cdot K_z}{z_1 \cdot [p]}} = 2,8 \cdot \sqrt[3]{\frac{101,53 \cdot 10^3 \cdot 1,56}{29 \cdot 25}} = 38,23 \text{ мм} \quad (3.11)$$

Где T_2 - вращающий момент на ведомом валу, $T_2 = 101,53 \text{ Н} \cdot \text{мм}$;

z_1 - число зубьев ведущей звездочки, $z_1 = 29$

K_z - расчетный коэффициент нагрузки, по расчету $K_z = 1,56$

Подбираем в соответствии с таблицами справочных документов цепь ПР-8-4,6 в соответствии с ГОСТ 13568-97, имеющую шаг цепи $t = 44,45$, разрушающую нагрузку $Q = 172,4 \text{ кН}$ массу $q = 7,5 \text{ кг/м}$, проекцию опорной поверхности шарнира $A_{on} = 473 \text{ мм}^2$

Определим скорость цепи по формуле 3.12:

$$v = \frac{z_1 \cdot n_p \cdot t}{60 \cdot 10^3} = \frac{29 \cdot 75 \cdot 44,45}{60 \cdot 10^3} = 1,6 \text{ м/с} \quad (3.12)$$

Где z_1 - число зубьев ведущей звездочки, $z_1 = 29$

n_p - частота вращения ведущей звездочки $n_p = 75$ об/мин,

t - шаг цепи, $t = 44,45$

Окружную силу определим по формуле 3.13:

$$F_n = \frac{T_1 \cdot \omega_n}{v} = \frac{101,53 \cdot 76,6}{1,6} = 4860 \text{ Н} \quad (3.13)$$

Где T_1 - вращающий момент на ведомом валу, $T_1 = 101,9 \text{ Н} \cdot \text{мм}$

ω_n - угловая скорость ведомого вала, $\omega_n = 76,6 \text{ рад/с}$

v - скорость цепи, $v = 1,6 \text{ м/с}$

Давление в шарнире проверим по формуле 3.14:

$$p = \frac{F_n \cdot K_r}{A_n} = \frac{4860 \cdot 1,56}{473} = 18,9 \text{ МПа} \quad (3.14)$$

где F_n - окружная сила;

K_r - расчетный коэффициент нагрузки;

A_n - проекция опорной поверхности шарнира, $A_n = 473 \text{ мм}$.

Уточняем по таблицам допускаемое давление:

$$[p] = p[1 + 0,01(z_1 - 17)] = 18[1 + 0,01(29 - 17)] = 19 \text{ МПа} \quad (3.15)$$

где p - табличное значение допускаемого давления по таблице
при $n_{\text{кр}} = 75 \text{ об/мин}$ и $t = 44,45 \text{ мм}$

z_1 - число зубьев ведущей звездочки, $z_1 = 29$

Следовательно, условие $p < [p]$ выполнено.

Число звеньев цепи определим по формуле 3.16:

$$L_r = 2\alpha_1 + 0,5z_2 + \frac{\Delta^2}{\alpha_1} = 2 \cdot 50 + 0,5 \cdot 68 + \frac{0}{50} = 129 \quad (3.16)$$

Где $\alpha_1 = \frac{a_1}{t} = 50$

$$z_2 = z_1 + z_1 = 29 + 29 = 68 \quad (3.17)$$

$$\Delta = \frac{z_2 - z_1}{2\pi} = \frac{29 - 29}{2 \cdot 3,14} = 0 \quad (3.18)$$

Округляем до четного числа $L_r = 129$.

Уточняем межосевое расстояние для цепной передачи по формуле 3.19:

$$a_4 = 0,25 \cdot t \left| L_1 - 0,5z_2 + \sqrt{(L_1 - 0,5z_2)^2 - 8\Delta^2} \right| =$$

$$0,25 \cdot 44,45 \left| 129 - 0,5 \cdot 68 + \sqrt{(129 - 0,5 \cdot 68)^2 - 8 \cdot 0} \right| = 1849 \text{ мм} \quad (3.19)$$

где t - шаг цепи, $t=44,45$ мм;

L_1 - число звеньев цепи, $L_1 = 129$;

z_2 - суммарное количество зубьев ведущей и ведомой звездочек, $z_2 = 68$;

Для свободного провисания цепи предусматриваем возможность уменьшения межосевого расстояния на 0,4%, т.е. на $1849 \cdot 0,004 = 10 \text{ мм}$.

Определим диаметры делительных окружностей звездочек по формулам 3.20 и 3.21:

$$d_{d1} = \frac{44,45}{\sin \frac{180}{z_1}} = \frac{44,45}{\sin \frac{180}{29}} = 411,12 \quad (3.20)$$

$$d_{d2} = \frac{44,45}{\sin \frac{180}{z_2}} = \frac{44,45}{\sin \frac{180}{29}} = 411,12 \quad (3.21)$$

Определим диаметры наружных окружностей звездочек по формулам 3.22 и 3.23:

$$D_{e1} = t \left(\operatorname{ctg} \frac{180}{z_1} + 0,7 \right) - 0,3d_1 = 44,45 \left(\operatorname{ctg} \frac{180}{29} + 0,7 \right) - 0,3 \cdot 25,4 = 374,97 \text{ мм} \quad (3.22)$$

$$D_{e2} = t \left(\operatorname{ctg} \frac{180}{z_2} + 0,7 \right) - 0,3d_1 = 44,45 \left(\operatorname{ctg} \frac{180}{29} + 0,7 \right) - 0,3 \cdot 25,4 = 374,97 \text{ мм} \quad (3.23)$$

Где d_1 - диаметр ролика цепи, в соответствии с ГОСТ 13568-97 $d_1 = 25,4 \text{ мм}$

Определим силы, действующие на цепь:

окружная сила определена выше: $F_{\alpha} = 4860$

от центробежных сил определим по формуле 3.24:

$$F_c = qv^2 = 5,5 \cdot 1,6^2 = 14 \text{ Н} \quad (3.24)$$

где q - масса цепи, $q=5,5 \text{ кг/м}$;

v - скорость цепи, $v = 1,6 \text{ м/с}$

от провисания по формуле 3.25:

$$F_f = 9,81k_f q \alpha_s = 9,81 \cdot 6 \cdot 5,5 \cdot 1,8 = 582 \text{ Н} \quad (3.25)$$

Где k_f - коэффициент, учитывающий расположение цепи, при горизонтальном положении цепи $k_f = 6$

q - масса цепи, $q = 7,5 \text{ кг/м}$

α_s - межосевое расстояние, $\alpha_s = 1,8 \text{ м}$

Расчетную нагрузку на валы определим по формуле 3.26:

$$F_B = F_m + 2F_f = 4860 + 2 \cdot 582 = 6024 \text{ Н} \quad (3.26)$$

Проверим коэффициент запаса прочности цепи по формуле 3.27:

$$s = \frac{Q}{F_m \cdot k + F_v + F_f} = \frac{172,4 \cdot 10^3}{4860 \cdot 1 + 14 + 582} = 631 \text{ Н} \quad (3.27)$$

где Q - разрушающая нагрузка, $Q = 172,4 \text{ кН}$

F_m - окружная сила, $F_m = 4860$; k_d - динамический коэффициент при спокойной нагрузке $k_d = 1$; F_v - действующая на цепь от центробежных сил, $F_v = 14 \text{ Н}$; F_f - сила, действующая на цепь от провисания цепи, $F_f = 582 \text{ Н}$.

Это больше, чем нормативный коэффициент запаса равный $[s] = 82$, следовательно, условие прочности выполнено.

3.3 Экономическое обоснование устройства сортировки картофеля

3.3.1 Расчёт массы и стоимости конструкции

Масса конструкции определяется по формуле 3.28:

$$G = (G_K + G_T)k, \quad (3.28)$$

где G - масса конструкции, кг;

G_K - масса сконструированных деталей, кг;

G_T - масса готовых деталей, кг, $G_T = 36$;

k - коэффициент, учитывающий массу израсходованных на изготовление конструкции материалов.

Расчетную массу спроектированных деталей и узлов и агрегатов приводим в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Расчёт массы спроектированных деталей

Наименование изделие	Объём детали, см ³	Плотность, кг/м ³	Масса детали, кг
Рама	19000	0,0078	151,2
Барабан	4000	0,0078	35
Решета барабана	2307	0,0078	18
Звездочка	384	0,0078	3
Привод	1538	0,0078	12
Ролики	1923	0,0078	15
Регулятор угла наклона	792	0,0078	6,1
Лотки	1136	0,0022	2,5

Масса сконструированных деталей G_k составляет 234,8 кг.

$$G_k = (G_{рам.} + G_{бар.} + G_{реш.бар.} + G_{звезд.} + G_{прив.} + G_{ролики.} + G_{рег.угл.} + G_{лот.}), (3.29)$$

где $G_{рам.}$ – масса рамы, кг;

$G_{бар.}$ – масса барабана, кг;

$G_{реш.бар.}$ – решет барабана, кг;

$G_{звезд.}$ – масса звездочки электродвигателя, кг;

$G_{прив.}$ – масса привода, кг;

$G_{ролики.}$ – масса роликовых устройств, кг;

$G_{рег.угл.}$ – масса регулятора угла наклона, кг;

$G_{лот.}$ – масса приемных лотков, кг;

Принимая во внимание, что

$$G_{рам.}=151,2, G_{бар.}=35, G_{реш.бар.}=18, G_{звезд.}=3, G_{прив.}=12, G_{ролики.}=15, G_{рег.угл.}=6,1,$$

$$G_{лот.}=2,5$$

Определяем значения масс:

$$G_c = (151,2 + 35 + 18 + 3 + 12 + 15 + 6,1 + 2,5) = 242,8 \text{ кг}$$

$$G = (242,8 + 36)1,05 = 292,74 \text{ кг}$$

Балансовая стоимость новой конструкции по сопоставимости массы определяется по формуле 3.30:

$$C_{с1} = \frac{C_{с0} \cdot G_1 \cdot \delta}{G_0}, \quad (3.30)$$

где $C_{с0}$ – балансовая стоимость старой детали, руб.;

G_0, G_1 – масса старой и новой конструкции, кг;

δ – коэффициент удешевления конструкции.

Принимая значения как

$$C_{с0}=256000 \text{руб}; G_1=292,74 \text{ кг}, \delta=0,9 \dots 0,95, G_0=315 \text{ кг}$$

получаем:

$$C_{с1} = \frac{256000 \cdot 292,74 \cdot 0,9}{315} = 214118 \text{руб.}$$

3.3.2. Расчёт технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение

Часовая производительность машин имеет следующие значения:

$$W_{\text{м1}} = 5 \text{ т / ч}$$

$$W_{\text{м2}} = 4 \text{ т / ч}$$

Энергоемкость процесса определяется по формуле 3.31:

$$\mathcal{E}_e = \frac{N_e}{W_r}, \quad (3.31)$$

где N_e – потребляемая мощность, кВт;

W_r – часовая производительность, т/ч.

Учитывая, что $N_{e0}=2,1 \text{ кВт}$, $N_{e1}=1,55 \text{ кВт}$ находим:

$$\mathcal{E}_0 = 0,7 \text{ кВт} \cdot \text{ч / т},$$

$$\mathcal{E}_1 = 0,31 \text{ кВт} \cdot \text{ч / т}.$$

Металлоёмкость процесса определяется по формуле 3.32:

$$M = \frac{G}{W_r \cdot T_{\text{м0}} \cdot T_c}, \quad (3.32)$$

где G – конструкции, кг;

$T_{год}$ – годовая загрузка машины;

T_c – срок службы машины, лет.

Учитывая, что $G_1=292,74$, $G_0=315$, $W_1=5$, $W_0=4$, $T_{год,0}=360$,

$T_{с,0}=5$, находим:

$$M_0 = \frac{315}{4 \cdot 840 \cdot 8} = 0,01 \text{ кг} / \text{т},$$

$$M_1 = \frac{292,74}{5 \cdot 840 \cdot 8} = 0,008 \text{ кг} / \text{т}.$$

Фондоёмкость процесса определяется по формуле 3.33:

$$F = \frac{C_б}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сж}}}, \quad (3.33)$$

где $C_б$ – балансовая совместимость конструкции, руб.;

Принимая из расчетов, что $C_{б1}=214118$ руб., $C_{б0}=256000$ руб., определяем:

$$F_0 = \frac{256000}{4 \cdot 840 \cdot 8} = 12,69 \text{ руб} / \text{т}$$

$$F_1 = \frac{214118}{5 \cdot 840 \cdot 8} = 6,3 \text{ руб} / \text{т}$$

Себестоимость исходного и проектируемого варианта определяется по формуле 3.34:

$$S = C_{\text{з.н.}} + C_{\text{э}} + C_{\text{рем}} + A, \quad (3.34)$$

где $C_{\text{з.н.}}$ – затраты на оплату труда, руб./т;

$C_{\text{э}}$ – затраты на электроэнергию, руб./т;

$C_{\text{рем}}$ – затраты на ремонт и техническое обслуживание конструкции, руб.;

A – амортизационный отчисления на продукцию, руб./т;

$$C_{\text{з.н.}} = z \cdot T_e \cdot K_{\text{д}} \cdot K_{\text{см}} \cdot K_{\text{ом}} \cdot K_{\text{сс}}, \quad (3.35)$$

где z – часовая тарифная ставка, руб.;

T_e – трудоёмкость, чел/тонна.

$$T_e = \frac{\Pi_p}{W_p}, \quad (3.36)$$

$$T_{\text{св}} = 0,33 \text{ ч} / \text{т},$$

$$T_{\text{сд}} = 0,2 \text{ ч} / \text{т},$$

$$C_{\text{св}} = 85 \cdot 0,33 \cdot 1,3 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,2 = 125,84 \text{ руб} / \text{т},$$

$$C_{\text{сд}} = 85 \cdot 0,2 \cdot 1,3 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,2 = 75,5 \text{ руб} / \text{т}.$$

Затраты на электроэнергию определяются по формуле 3.37:

$$C_{\text{э}} = C_{\text{э}} \cdot \mathcal{E}_{\text{э}}, \quad (3.37)$$

где $C_{\text{э}}$ – отпускная цена электроэнергии, руб./кВт·ч;

$\mathcal{E}_{\text{э}}$ – потребляемая мощность, кВт·ч.

Принимая во внимание, что $C_{\text{э}}=3,43$ руб./кВт·ч, $\mathcal{E}_{\text{св}}=0,7$ кВт·ч;

$\mathcal{E}_{\text{сд}}=0,31$ кВт·ч, находим:

$$C_{\text{св}} = 3,43 \cdot 0,7 = 2,4 \text{ руб} / \text{т},$$

$$C_{\text{сд}} = 3,43 \cdot 0,31 = 1,06 \text{ руб} / \text{т}.$$

Затраты на РТО конструкции определяется по формуле 3.38:

$$C_{\text{пто}} = \frac{C_{\text{б}} \cdot N_{\text{пто}}}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.38)$$

где $N_{\text{пто}}$ – суммарная норма затрат на РТО, %.

$$C_{\text{пто0}} = \frac{256000 \cdot 19,8}{100 \cdot 4 \cdot 840} = 20,11 \text{ руб} / \text{т}$$

$$C_{\text{пто1}} = \frac{214118 \cdot 19,8}{100 \cdot 5 \cdot 840} = 10,09 \text{ руб} / \text{т}$$

Амортизационные отчисления определяются по формуле 3.39:

$$A = \frac{C_{\text{б}} \cdot a}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.39)$$

где a – норма амортизации, %.

Принимая по нормативам, что $a_{\text{д.1}}=18$, находим

$$A_0 = \frac{256000 \cdot 18}{100 \cdot 4 \cdot 840} = 20,31 \text{ руб} / \text{м}^3,$$

$$A_1 = \frac{214118 \cdot 18}{100 \cdot 5 \cdot 840} = 10,19 \text{ руб} / \text{м}^3.$$

$$S_0 = 125,84 + 2,4 + 20,11 + 20,31 = 168,67 \text{ руб} / \text{т},$$

$$S_1 = 75,5 + 1,06 + 10,09 + 10,19 = 96,85 \text{ руб} / \text{т}.$$

Приведённые затраты на работу конструкции определяются по формуле 3.40:

$$C_{\text{пр}} = S + E_n \cdot K = S + E_n \cdot F_i, \quad (3.40)$$

где E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

K – удельные капитальные вложения или фондёмкость.

Принимая, что $E_n = 0,15$ находим:

$$C_{\text{пр}0} = 168,67 + 0,15 \cdot 12,69 = 170,5 \text{ руб} / \text{т},$$

$$C_{\text{пр}1} = 96,85 + 0,15 \cdot 6,37 = 97,8 \text{ руб} / \text{т}.$$

Годовая экономия определяется по формуле 3.41:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot W_{\text{г}} \cdot T_{\text{год}}, \quad (3.41)$$

где $T_{\text{год}}$ – годовая нормативная нагрузка, ч.

Принимая во внимание, что $T_{\text{год}} = 840$, находим:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (168,67 - 96,85) \cdot 5 \cdot 840 = 301644 \text{ руб}.$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле 3.42:

$$E_{\text{год}} = (C_{\text{пр}0} - C_{\text{пр}1}) \cdot W_{\text{г}} \cdot T_{\text{год}}, \quad (3.42)$$

$$E_{\text{год}} = (170,5 - 97,8) \cdot 5 \cdot 840 = 305340 \text{ руб}.$$

Срок окупаемости капитала вложений определяется по формуле 3.43:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{61}}{\mathcal{E}_{\text{год}}}, \quad (3.43)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{214188}{301644} = 0,7 \text{ лет}.$$

Коэффициент эффективности капиталовложений определяется по формуле 3.44:

$$E_{эф} = \frac{Э_{200}}{C_6} = \frac{1}{T_{ок}},$$

$$E_{эф} = \frac{1}{0,7} = 1,4$$
(3.44)

Таблица 3.2 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

№	Наименование показателей	Ед. измер.	Базовой (исходной)	Проектируемой
1.	Часовая производительность	т/ч	4	5
2.	Фондоёмкость процесса	руб/ т	12,69	6,3
3.	Энергоёмкость процесса	кВт/ т	0,7	0,31
4.	Металлоёмкость процесса	кг/ т	0,01	0,008
5.	Трудоёмкость процесса	ч-ч/ т	0,33	0,2
6.	Уровень эксплуатационных затрат	руб/ т	20,11	10,0
7.	Уровень приведённых затрат	руб/ т	170,5	97,8
8.	Годовая экономия	руб	-	301644
9.	Годовой экономический эффект	руб	-	305340
10.	Срок окупаемости капиталовложений	лет	-	0,25
11.	Коэффициент эффективности капитальных вложений	-	-	1,4

Проведенный сравнительный анализ показывает, что спроектированная конструкция электромеханического привода, по сравнению с базовым вариантом является экономически эффективным, так как срок окупаемости 7 лет, а коэффициент эффективности более 1,4.

3.4 Требования безопасности к устройству сортировки картофеля

При обслуживании машины по сортировке картофеля, рабочий должен осмотреть оборудование. Очистить от налипшей земли и примесей ведущий и ведомый барабаны сортировочного устройства. Удалить камни из пазов роликов, цепных передач.

Вращающиеся части оборудования, приводные цепи должны быть закрыты кожухом. Регулировки и ремонт оборудования должен производиться при остановленном и обесточенном состоянии приводной станции.

Проверить целостность изоляции силового кабеля и надежность заземления машины, оснащенные линии. В случае выявления механических повреждений кабеля, проводки, пусковой аппаратуры, рукояток управления подключать оборудование к сети не разрешается до устранения повреждений с последующей проверкой. Проверить работу оборудования на холостом ходу и убедиться в отсутствии посторонних шумов, вибрации, запаха гари.

3.5 Мероприятия по охране труда

К самостоятельной работе допускаются только лица достигшие 18-ти летнего возраста.

Рабочие должны пройти первичный и вводный инструктаж на рабочем месте. И повторный инструктаж в сроки не менее одного раза в 6 месяцев.

Рабочие должны быть обеспечены специальной одеждой средствами защиты для работы на производстве.

Рабочим запрещено появление на рабочем месте в состоянии алкогольного, наркотического и токсического опьянения, а также распитие спиртных напитков, употребление наркотических, токсических и психотропных веществ в рабочее время и по месту работы.

Курить разрешается только в специально оборудованных местах. Не допускается курение в неустановленных местах и пользование открытым огнем.

Медицинские аптечки должны быть полностью укомплектованы. Просроченные огнетушители заменить.

Указанные мероприятия должны снизить процент травматизма и профессиональных заболеваний.

3.6 Правила экологической эксплуатации устройства сортировки картофеля

В процессе производственной деятельности человек создает новые для природы объекты: машины, здания, дороги, заводы, шахты, сельскохозяйственные поля и т.д. Эти переработанные трудом природные материалы оказывают решающее воздействие на окружающую среду.

Используемая в процессе промышленности оборудования вода после окончания рабочего процесса должна соответствовать ГОСТ 17.13.13-86 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнений.

3.7 Физическая культура на производстве

Комплекс некоторых упражнений физической культуры на сельскохозяйственном производстве для работников работающих стоя (исходным положением во данных упражнениях, является положение сидя на стуле):

Первое упражнение - пятками скользя по поверхности пола, необходимо вытянуть ноги вперед и правую руку завести за голову, а левую вытягивают в сторону, при этом делают вдох, далее расслабленно опускают руки вниз, делая выдох, то же необходимо сделать и в другую сторону. Упражнение повторяют шесть-восемь раз.

Второе упражнение - ноги нужно вытянуть вперед, а руки держать перед грудью, при этом туловище необходимо поворачивать вправо, а руки развести в стороны. Опять возвращаются в положение исходное, и повторять то же самое и в левую сторону. Таким образом повторяют упражнение восемь-десять раз, при этом дыхание должно быть произвольное.

Третье упражнение - пятками скользя по поверхности пола, необходимо вытянуть ноги вперед и поднимать руки вверх и далее прогибаются. Затем, нужно наклониться вперед, при этом касаясь руками до пола, далее выпрямляясь, руки нужно поднять вверх, ноги соединить и возвратиться в

исходное положение. Упражнение повторяют шесть-восемь раз, при этом дыхание должно быть произвольное.

Четвертое упражнение - ноги нужно вытянуть вперед, а руки держать на поясе. Поочередно необходимо оттягивать и поднимать носки, слегка при этом сгибая ноги в коленках, далее разворачивают ноги в правую сторону, носками при этом нужно касаться пола и повторять то же самое и в другую сторону. Упражнение повторяют десять-двенадцать раз, при этом дыхание должно быть произвольное.

Пятое упражнение – в сидящем положении на стуле, руки необходимо вытянуть вдоль тела, далее, прогибаясь назад при этом поднимать руки вверх а ноги также немножко приподнимать, носками касаясь пола. Необходимо наклониться вперед, делать при этом хлопок руками под ногой, которая вытянута, далее возвращаются в первоначальное положение. И повторять то же самое с другой ноги. Упражнение повторяют шесть-восемь раз, при этом дыхание должно быть произвольное.

Шестое упражнение – в сидящем положении на стуле, руки необходимо приставлять к плечам, левую ногу необходимо вытянуть вперед и возвратиться в исходное положение. Далее руки должны уходить в стороны и затем расслабленно опущены вниз. Упражнение повторяют пять-шесть раз, при этом дыхание должно быть произвольное.

3.8 Выводы по разделу

Расчеты позволили определить некоторые конструктивные параметры устройства для сортировки картофеля. Так же был рассчитаны технико-экономические показатели, экономический эффект от использования проектируемого устройства для сортировки картофеля составит 305340 руб.

ВЫВОДЫ

На основании выполненной работы по разработке устройства сортировки картофеля можно сделать следующие основные выводы:

а) Проведен анализ существующих конструкций и дано подробное описание выбранной технологии и выбранной конструкции. Работа несет в себе изучение экономических показателей и технических решений задач поставленной темой работы.

б) Были изучены основные технологические операции при послеуборочной доработке картофеля и организация работ закладке клубней на хранение. Выполнены технологические расчеты установки для сортировки картофеля.

в) Разработка нового устройства сортировки позволяет улучшить условия сортировки, что ведет к увеличению переработки продукции, улучшению условий работы людей, а так же снижению трудоемкости процесса переработки продукции.

г) Разработанные в проекте мероприятия по технике безопасности позволяют производить продукцию в соответствии с требованиями охраны труда и санитарно-гигиенических требований. Так же разработаны мероприятия по охране окружающей среды, которые позволяют производить экологически чистую, следовательно, конкурентоспособную продукцию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брагинец Н.В. Курсовое и дипломное проектирование по механизации животноводства/ Н.В. Брагинец, Д.А.Паликин.-3-е изд., - М.: Агропромиздат,1991-191с.
2. Булгариев Г.Г., Абдрахманов Р.К., Валиев А.Р. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных работ квалификационных работ – Казань, 2009.
3. Верещагин, Н.И. Рабочие органы машин для возделывания, уборки и сортировки картофеля / Н.И. Верещагин, К.А. Пшечников. - М.: Машиностроение, 1995. - 268 с.
4. Динамика сепарирующих органов картофелеуборочных комбайнов / В.И. Славкин [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. - 2008. - № 2. - С. 34-35.
5. Картофель: выращивание, уборка и хранение / Д. Шпаар [и др.] – изд 4-е, испр. и доп. – М.: ДЛВ Агродело, 2007. - 458 с.
6. Колчин Н.Н. Комплексы машин и оборудования для послеуборочной обработки картофеля и овощей. – М.:Машиностроение. 1982.-268с.
7. Листопад Г.Е. и др. Сельскохозяйственные и мелноративные машины. – М.: Агропромиздат, 1986. – 688с.
8. Неверов Д.А. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, Саратов 2011
9. Полинванов П.М. Таблицы для подсчета массы деталей и материалов: Справочник. – 9-е изд., исправл. и дополн. – М.: Машиностроение, 1980 – 352с.
10. Правила пожарной безопасности для энергетических предприятий. – Ч.: 1995. – 130 с.
- 11.Туболев С. С., Шеломенцев С. И. , Пшечников К. А., Зейрук В. Н. Машинные технологии и техника для производства картофеля. — М.: Агроспас, 2010. — 316 с. ISBN 978-5-904610-05-0

12. Чернавский С.А. и др. Учебно-справочное пособие по курсовому проектированию механических передач. – 5-е изд., переработ. И дополн. – М.: Машиностроение, 1984 – 546 с.
13. Шкрабов В.С. и др. Безопасность жизнедеятельности в сельскохозяйственном производстве. – М.: Колос, 2002 – 512 с.