

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ДЛЯ СОРТИРОВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ

Г.А. Радишевский, канд. техн. наук, В.Н. Еднач, ассистент (УО БГАТУ)

Аннотация

В статье рассмотрены причины возникновения повреждения клубней картофеля в процессе разделения их на фракции на калибрующих поверхностях сортировальных машин, а также проанализированы достоинства и недостатки использования различных типов сортировальных поверхностей. Рассмотрены способы устранения и снижения повреждений клубней в процессе калибрования на фракции с учетом факторов, оказывающих влияние на выполнение процесса сортирования.

Представлены конструктивные решения, направленные на уменьшение повреждений, наносимых клубням картофеля в процессе разделения при контакте с элементами калибрующей поверхности.

Введение

Основные недостатки машин для сортирования – высокий уровень нанесения повреждений картофелю, низкая производительность и точность разделения. Поэтому актуальным является вопрос разработки рабочих органов, позволяющих уменьшить повреждения клубней при разделении на фракции и повысить качество закладываемого на хранение картофеля.

Основная часть

Согласно агротехническим требованиям, предъявляемым к картофелеуборочным машинам, количество повреждённых клубней в процессе уборки не должно превышать 5%, а в послеуборочной переработке при сортировании – не более 1% [1]. Основными повреждениями, наносимыми клубням картофеля рабочими органами, являются: потемнение мякоти, вырывы, трещины и сдиры кожуры.

На качество хранения оказывает влияние высокая влажность клубней и воздуха в хранилище, возникающая в результате интенсивного обмена веществ, что является хорошей средой для жизнедеятельности болезнетворных бактерий, поэтому повреждение клубней, закладываемых на хранение, должно быть минимальным. С целью повышения эффективности хранения картофеля – уменьшения зависимости клубней от повреждений при хранении необходимо перед закладкой обеспечить период времени для образования защитного пробкового слоя. При этом следует учесть, что свежубранные клубни наиболее быстро регенерируют повреждённые участки поверхности при соблюдении определённых условий, одним из которых является просушивание их перед закладкой. Однако надо отметить, что в процессе уборки интенсивность силы воздействия на поверхность клубня при сепарации почвы через прутковые элеваторы частично компенсируется почвой, которая работает как смазка и только при её отсутствии идёт

рост повреждений. Значительные повреждения свежубранным клубням наносятся при перегрузках и перевалках, а также при падении клубней с высоты более 20 – 45 сантиметров [2], при этом необходимо учитывать температуру, которая влияет на развитие бактериального фона в помещении, где происходит сортирование (оптимальная температура воздуха должна быть 16 – 20°С).

Большое влияние на сохранность клубней оказывает операция сортирования, так как в ворохе, поступающем от картофелеуборочных комбайнов, содержатся примеси: растительные остатки, камни, почвенные комки, маточные клубни и т. д., что в значительной степени повышает инфекционный фон в хранилище и увеличивает вероятность поражения клубней болезнями, способствует ухудшению вентиляции в массе.

При незначительной засоренности картофеля целесообразно закладывать его на хранение неотсортированным. По данным Т.И. Валуевой [3], заложенный на хранение неотсортированный картофель дает выход здоровых клубней на 3,7 – 8,7% выше, чем у картофеля, заложенного на хранение после сортирования.

Повышение эффективности хранения картофеля следует рассматривать с точки зрения целесообразности включения в сортировочную линию различных устройств (модулей) с учетом назначения клубней, степени их повреждённости, засорённости вороха и других условий.

Исходя из экономической эффективности целесообразности сортирования, закладка на хранение мелких клубней невыгодна. В странах дальнего зарубежья при возделывании продовольственного картофеля, с целью уменьшения затрат, не убирают мелкую фракцию, оставляя её на поле. Некоторые хозяйства для уменьшения издержек мелкую фракцию используют на корм скоту, крупную реализуют осенью, а семенную закладывают на хранение.

Повреждения клубней при сортировании определяются параметрами сортирующих рабочих органов,

в частности, скоростью соударения элементов рабочего органа с клубнями. Поэтому, с целью снижения повреждений картофеля при его прохождении по рабочим органам машин, следует рационально выбирать кинематические и геометрические параметры. Наибольшие повреждения кожуры возникают при значительной разнице относительных скоростей обрабатываемых клубней и элементов рабочей поверхности (при проскальзывании).

Повреждения клубней при динамическом взаимодействии их с рабочими органами исследовал М.И. Ламм [2]. Он установил, что уменьшение контактных повреждений клубней возможно при повышении радиуса кривизны элементов рабочей поверхности. На основании анализа вероятности контакта клубня с элементом рабочего органа в момент ориентации, режимов работы рабочего органа и других факторов М.И. Лемм также установил допустимую ориентировочную скорость соударения, которая не должна превышать $0,8 \dots 1$ м/с.

Вопрос снижения повреждений клубней при послеуборочной обработке является одним из важнейших, однако механические повреждения практически неизбежны, так как выделенный в соответствующую фракцию клубень должен поступить в определённое отверстие. При этом, соприкасаясь с его краями, он получит повреждения. Одновременно повреждения наносятся сортирующими поверхностями при перемещении по ним клубней.

Отечественное машиностроение в разные годы выпускало различные по конструктивному исполнению машины для сортирования картофеля, в основу которых положена роликотная сортировальная поверхность.

Роликотные рабочие органы по направлению движения клубней относительно роликов можно разделить на две группы. Наибольшее распространение получили поперечные, с вращающимися цилиндрическими, фигурными или спиральными роликами, процесс разделения на которых осуществляется за счёт просеивания клубней соответствующего размера сквозь щели между вращающимися роликами.

Производительность сортирующей поверхности, в основном, зависит от скорости движения по ней клубней и частоты вращения роликов. Однако при большой частоте вращения возможен отрыв клубней от поверхности и их проскакивание над калибрующими отверстиями. Это способствует увеличению повреждений клубней. С целью уменьшения повреждений, наносимых клубням при соприкосновении с вращающимися поверхностями роликов как цилиндрических, так и фигурных, их покрывают износостойкой резиной, на поверхности которой могут быть выступы. Следует отметить, что клубень, размеры которого близки к размерам калибрующей щели, западая в ячейку, начинает вращаться в ней вокруг своего центра, пока не деформируется до размеров щели, или его не вытолкнет следующий за ним клубень.

Также одним из важных факторов, влияющих на повреждение, является длина рабочей поверхности и время контакта с ней. При достаточно длинной рабочей поверхности увеличивается точность сортирования, но и одновременно растут повреждения клубней и габариты машины. Недостатком роликотных сортировок является последовательное выделение фракций, где клубням крупной фракции необходимо проходить по всей длине калибрующей поверхности, примераясь к отверстиям, в результате чего они получают значительные повреждения.

Для разделения клубней картофеля на фракции могут использоваться грохотные калибраторы, осуществляющие как параллельный, так и последовательный процесс движения клубней. В настоящее время они получили довольно широкое распространение, благодаря простоте конструкции и высокой точности разделения. Конструктивно наиболее часто их выполняют из металлических проволок, натянутых на рамке. Как правило, проволоки образуют ячейки квадратной либо прямоугольной формы. Одним из основных требований, предъявляемых к грохотным рабочим органам, выполненным в виде сит (решет), является свободный проход сортируемых клубней через ячейки соответствующих размеров, а также достаточная прочность при наибольшем живом сечении. С целью уменьшения повреждений, наносимых клубням в процессе работы грохота, поверхность решета покрывают упругими износостойкими материалами. Существенным недостатком грохотных рабочих органов является повреждение клубней при заклинивании в калибрующей ячейках, что снижает производительность и точность процесса разделения.

Достоинством рабочих органов транспортёрного типа является то, что они имеют возможность самоочистки рабочего полотна от растительных остатков и застрявших клубней. По конструктивному исполнению используются два вида рабочих органов транспортёрного типа. К первому относятся рабочие органы, поверхность которых образуется поступательно движущимися бесконечными элементами: ремнями, тросами и т.д.

Ко второму – разделяющие поверхности, образованные движущимися бесконечными сетчатыми полотнами, изготовленными из соединённых между собой проволок, или с пробивными круглыми отверстиями.

Необходимо отметить, что на машинах этого типа обеспечивается последовательное выделение фракций. Поэтому сетчатые калибраторы, в основном, повреждают клубни, зависшие в ячейках полотна, а также повреждают кожуру клубней, близких по размерам ячейкам полотна, при просеивании.

Транспортёрные рабочие органы, калибрующая поверхность которых образована расходящимися тросами, наиболее бережно относятся к клубням и практически не повреждают кожуру. Однако точность разделения хуже, чем на сетчатой калибрующей поверхности.

Снизить повреждения с сохранением высокой точности позволяет использование сетчатого бесконечного полотна, изготовленного из капроновых нитей, сплетённых между собой и образующих квадратные или круглые ячейки. Недостатком является то, что со временем происходит растяжение нитей и изменение размеров ячеек.

На кафедре «Сельскохозяйственные машины» БГАТУ разработано устройство для разделения клубней картофеля на фракции, состоящее из планчатого транспортера, где разделение производится параллельным способом и в качестве калибрующего размера используется толщина клубня. Конструкция транспортера позволяет использовать полотно для выделения одновременно трёх фракций с целью снижения повреждения крупной фракции, имеющей наибольший удельный вес во всей массе клубней, выделение её происходит в начале технологического процесса. Выделение мелкой фракции осуществляется путём просеивания ее сквозь щели, образованные между планками и выступами транспортера.

Так как повреждения клубней чаще всего происходят при прохождении клубня сквозь минимально допустимые отверстия при соприкосновении с краями калибрующей ячейки, то конструкцией предусмотрено, что клубни средней фракции не просеиваются, а западают в ячейки, образованные между планками и выступами, и остаются в полотне. В момент, когда планки находятся на ведущих шкивах, вершины их расходятся, и клубни освобождаются и выпадают из полотна. С целью уменьшения повреждений клубней, грани калибрующих ячеек и планок покрыты износостойкой резиной.

Для повышения точности разделения клубней на фракции и уменьшения повреждений, наносимых клубням средней фракции при нахождении их в полотне, возможно использование планок с односторонним или двухсторонним выступом (рис.1). Планки полотна с двухсторонним выступом используют принцип разделения, применяемый в большинстве калибрующих поверхностей, в которых ось клубня располагается в центре калибрующей щели. У планок с односторонним выступом ось клубня смещена относительно оси калибрующей щели, и за счет этого клубни, размеры которых превышают размер щели, будут меньше проникать вглубь, что уменьшит вероятность их повреждения.

На основании вышеизложенного, при выделении клубней средней фракции, размер которых составляет (42 мм) и мелкой (36 мм), длина выступа на односторонней планке – 8 мм, на двухсторонней – 4 мм. Использование планок с односторонним выступом при разделении клубней в весенний период повышает точность разделения на фракции по сравнению с

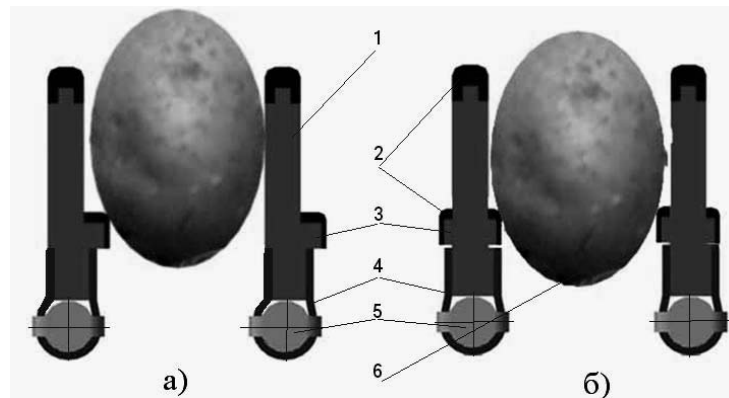


Рисунок 1. Положение клубня между планками с односторонним и двухсторонним выступом: а – полотно с планками с односторонним выступом; б – с двухсторонним выступом.
1 – планка; 2 – резиновые накладки; 3 – выступы; 4 – ножка планки с фиксирующей скобой; 5 – ось прутка; 6 – клубень картофеля.

большинством калибрующих рабочих органов, где оси щели и клубня совпадают.

Существенным конструкционным преимуществом планок данного полотна является то, что выступы односторонних и двухсторонних планок расположены выше оси прутка. Это позволяет предотвратить значительные повреждения клубней, размеры которых близки к размерам щели (рис. 2).

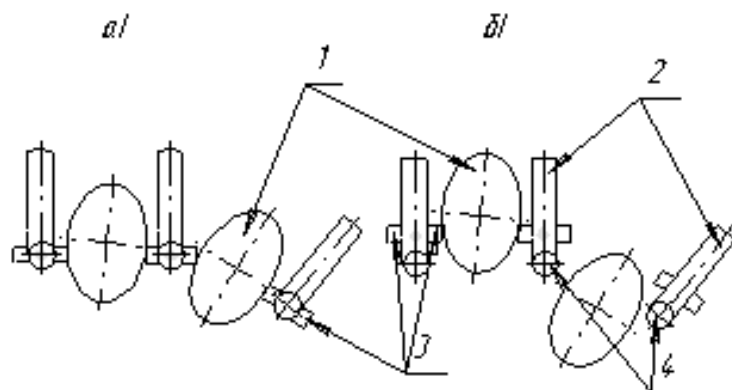


Рисунок 2. Освобождение клубней при огибании роликов калибрующим полотном: а – щель между выступами расположена на уровне прутьев транспортера; б – щель выше прутьев транспортера.

1 – клубень; 2 – планка; 3 – выступ;
4 – прут транспортера.

При огибании транспортером ролика две соседние планки, одновременно находящиеся на поверхности ролика, будут максимально удалены друг от друга своими вершинами (рис. 3) в точках А и А₁ и по мере приближения к поверхности ролика расстояние между планками будет сокращаться и станет минимальным между точками Е и Е₁.

Поэтому, если щель для отделения более мелкой фракции расположить ближе к точкам А и А₁, то размер щели при огибании ролика транспортером будет увеличиваться, и клубни, защемлённые в ней, будут освобождаться.

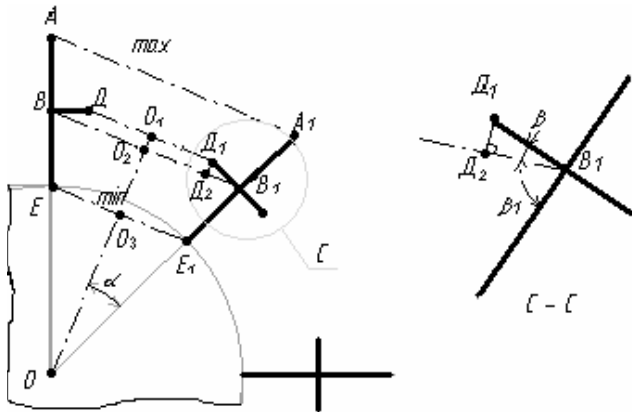


Рисунок 3. Положения планок транспортёра в момент нахождения их на поверхности ролика.

Для определения оптимальной высоты расположения выступа на планке необходимо учитывать следующие условия:

Размер щели между выступами при нахождении обеих планок на поверхности ролика C_m' соответствующее отрезку DD_1 (рис. 3) и должен удовлетворять условию освобождения клубней, защемлённых планками и выступами:

$$C_c \geq C_m' > C_m,$$

где C_c – расстояние между вершинами при параллельном расположении планок;

C_m – размер щели между выступами при параллельном расположении планок.

Высота планки от выступа до вершины h_c , соответствующая отрезку AB , должна удовлетворять условию фиксирования клубней средней фракции в ячейках калибрующего полотна:

$$b_c > h_c \geq b_c/2,$$

где b_c – максимальная ширина клубня средней фракции.

С учетом приведенных выше условий высота расположения выступа h , соответствующая отрезку BE , определяется по выражению:

$$h = \frac{C_m'}{2 \cdot \sin \alpha} + L_{выст} \cdot ctg \alpha - R_{рол} - d_{прутка},$$

где $d_{прутка}$ – максимальная ширина клубня средней фракции;

$L_{выст}$ – длина выступа;

$R_{рол}$ – радиус ролика;

α – 1/2 угла, образуемого между осями планок, находящихся на ролике.

$$\alpha = arctg \frac{L_{np}}{2\sqrt{R_{рол}^2 - \frac{L_{np}^2}{4}}},$$

где L_{np} – расстояние между осями прутков транспортёра.

На основании вышеизложенного, при выделении клубней средней (42 мм) и мелкой (36 мм) фракции оптимальная высота ножки планки – $h = 3,5 \dots 14$ мм.

Выводы

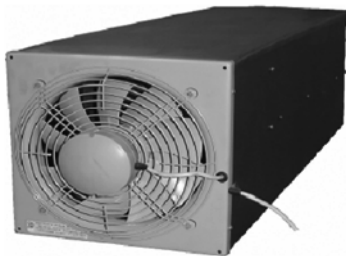
Применение сортировальной поверхности, состоящей из планчатого транспортера, на которой разделение на фракции производится параллельным способом, позволяет выделить крупную фракцию в начале технологического процесса и повысить производительность.

Использование планок с односторонним выступом позволяет снизить вероятность защемления клубней, что способствует уменьшению повреждаемости и повышению точности разделения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Халанский, В.М. Сельскохозяйственные машины/ В.М. Халанский, И.В. Горбачев. – М.: Колос, 2004. – 624с.
2. Колчин, Н.Н. Комплексы машин и оборудования для послеуборочной обработки картофеля и овощей/ Н.Н. Колчин. – М.: Машиностроение, 1982. – 268с.
3. Горфинкель, И.Ш. Организация производства на сельскохозяйственных предприятиях/ И.Ш. Горфинкель [и др.]. – Мн.: Ураджай, 1997. – 399с.

Установка для очистки и обеззараживания воздуха БСУ-900



Установка предназначена для очистки воздуха от газовых примесей органического и неорганического происхождения в помещениях предприятий АПК, медицинских, общественных и других помещениях, в которых необходимо обеспечивать требования СНИП (аммиак, сероводород, углекислый газ и др.). Фильтр производит непрерывную очистку и обеззараживание помещений в присутствии обслуживающего персонала со степенью очистки по уровню общей загрязненности до 60%, по индексу Колли до 70%, по вирусам до 80%, позволяет экономить до 50% энергии на отопление помещений. Наиболее эффективен при использовании в помещениях для содержания молодняка птицы, свиней и крупного рогатого скота.

Производительность составляет 900 м³/ч.

Автор: Николаенков А.И, доктор сельскохозяйственных наук, доцент