

УДК 631.362.32

ОБЗОР КОНСТРУКЦИЙ МАШИН ДЛЯ ОБЕСКРЫЛИВАНИЯ,  
ОЧИСТКИ И СОРТИРОВКИ СЕМЯН

Малюков С.В., Князев А.В., Аксенов А.А., Бородин Н.А., Солнцев А.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования «Воронежский государственный  
лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова»

E-mail: malyukovsergey@yandex.ru

**Аннотация:** Рассмотрены семяочистительные машины для обескряливания, очистки семян от примесей и сортирования их по размерам и массе. Описано их устройство и принцип работы. Представлены их достоинства и недостатки. Разработана конструкция сортировального устройства, позволяющая повысить производительность и качество процесса сортирования, полностью исключить травмирование семян при сортировании.

**Ключевые слова:** семяочистительная машина, семена хвойных пород, загрузочный бункер, решетный стан, травмирование семян.

REVIEW OF DESIGNING MACHINE DESIGNS,  
CLEANING AND SORTING SEEDS

Malyukov S.V., Knyazev A.V., Aksenov A.A., Borodin N.A., Solntsev A.V.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education

«Voronezh State Forestry University. G.F. Morozova»

E-mail: malyukovsergey@yandex.ru

**Summary:** The seed cleaning machines are considered for decoupling, cleaning seeds from impurities and sorting them by size and weight. Their device and principle of operation is described. Presents their advantages and disadvantages. The design of the sorting device has been developed, which allows to increase the productivity and quality of the sorting process, to completely eliminate the injury to the seeds during the sorting.

**Keywords:** seed cleaning machine, seeds of coniferous breeds, loading hopper, sieve mill, seed injury.

Первой отечественной машиной для обескрыливания семян сосны обыкновенной, ели и лиственницы был обескрыливатель ВНИИЛХа конструкции Суровцева П.А. Обескрыливатель Суровцева П.А. – машина, имеющая ручной привод. Она состоит из следующих основных частей (рис. 1): загрузочного бункера 1, обескрыливающего барабана 2, воронки-приемника 3, ящика-футляра 4. Корпус обескрыливателя состоит из деревянных стоек и дна, прикрепленного к стойкам шурупами. Внутри обескрыливающего барабана установлены щетки, привод которых осуществляется через зубчатую передачу от рукоятки.

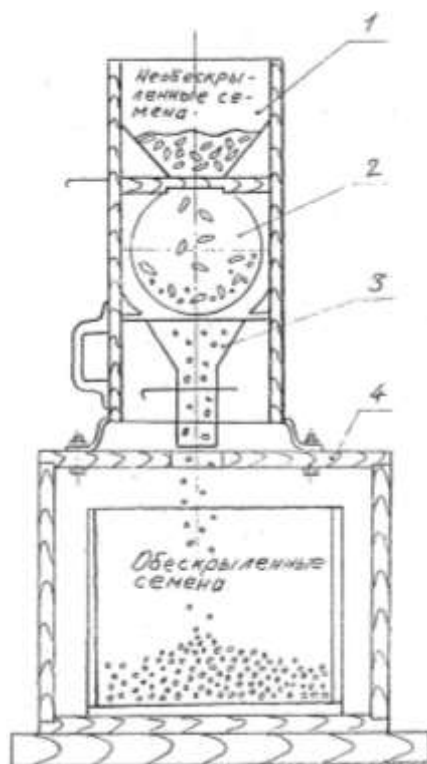


Рисунок 1 – Обескрыливатель ВНИИЛХа конструкции Суровцева П.А.

Работает машина следующим образом. Из загрузочного бункера необескрыленные семена поступают в обескрыливающий барабан. Здесь за счет притирания необескрыленных семян щетками через сетчатую поверхность барабана, а также в результате взаимного трения семян между собой происходит отделения крылаток от семян, и последние просыпаются через ячейки вниз. Далее, проходя через воронку-приемник, семена поступают в подставленный снизу ящик.

Для семян хвойных пород машина обеспечивает хорошее качество обескрыливания. Механические повреждения семян незначительные [1].

Достоинствами обескрыливателя Суровцева П.А. являются простота конструкции, компактность, малый вес, высокая приспособленность к смене места

работы, низкая стоимость. Недостатки: высокая трудоемкость (ручной привод), низкая производительность, травмирование семян.

Универсальная машина Великолукского завода «Лесхозмаш» СУМ-1 предназначена для обескрыливания, очистки и сортировки семян хвойных, лиственных и древесно-кустарниковых пород. Машина состоит из следующих основных узлов (рис. 2): загрузочного бункера 1, обескрыливающего барабана 3, осадочной камеры 11, вентилятора 10, решетчатого станка 5, 7, 9, ящичков 6, 8 для примесей и семян.

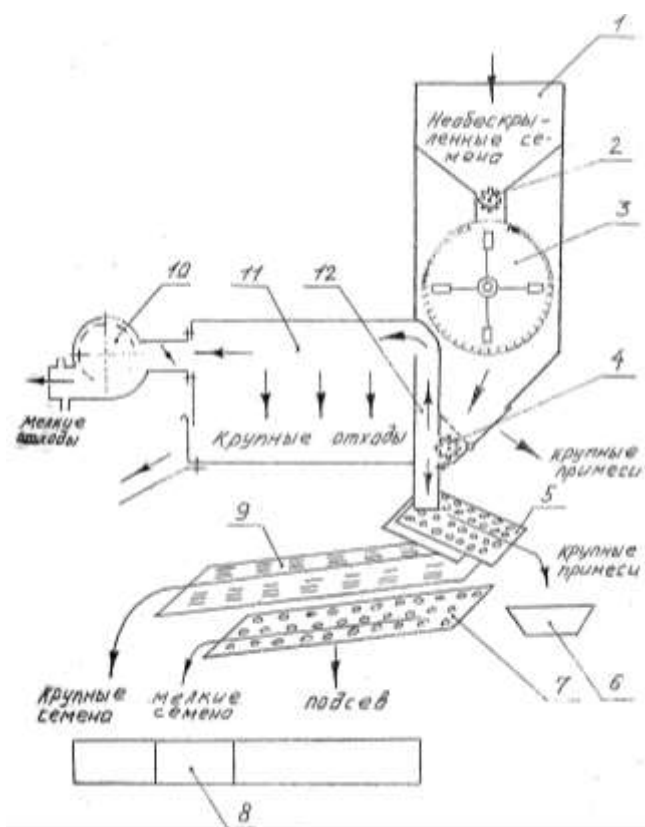


Рисунок 2 – Схема семяочистительной машины СУМ-1

Работа машины заключается в следующем. Из загрузочного бункера 1 необескрыленные семена подаются роликом 2 в обескрыливающий барабан 3. Количество поступающего материала регулируется заслонкой. В обескрыливающем барабане при помощи вращающихся щеток, привод которых осуществляется от электродвигателя, происходит отделение крылаток от семян. Обескрыленные семена и часть примесей просыпаются через ячейки сетчатой поверхности барабана. Далее, семена проходят через сетку, задерживающую крупные примеси, и подаются роликом 4 в вертикальный канал 12. Легкие примеси подхватываются воздушным потоком и увлекаются в осадочную камеру 11, где оса-

ждаются в виде мелких отходов, выбрасываются вентилятором наружу. Семена и крупные примеси, не подхваченные воздушным потоком, попадают на просевное решето 5. Крупные примеси и необескрыленные семена сходят с просеивного решета в ящик 6. Обескрыленные семена просыпаются через ячейки решета 5 на сортирующее решето 9. Крупные семена сходят с сортирующего решета в ящик для крупных семян, а мелкие просыпаются на подсевное решето 7. Очищенные от подсева мелкие семена сходят с подсеивного решета в ящик 8 для мелких семян. Подсев просыпается сквозь ячейки решета 7 в ящик [2-4].

Достоинствами семяочистительной машины СУМ-1 являются возможность одновременного осуществления обескрыливания, очистки и сортировки семян, а также сравнительно низкая трудоемкость процесса. К недостаткам относятся сравнительно низкая производительность машины и повышенное травмирование семян при сортировке, а также недостаточное качество сортировки.

Машина МОС-1 предназначена для обескрыливания семян хвойных и лиственных пород, извлечения семян из сережек, стручков, бобов, коробочек, ягод, плодов косточковых, а также для очистки семян от примесей и сортирования их по размерам и массе. МОС-1 – машина непрерывного действия.

Основными узлами машины являются: загрузочный бункер 1 (рис. 3), обескрыливающий барабан 2, бункер 14, питатель 13, вертикальный канал 3 воздушной очистки, осадочная камера 4, вентилятор 6, электродвигатель 5, барабан, состоящий из трех сменных цилиндрических решет 9, 10, 11.

Работа машины МОС-1 осуществляется следующим образом. Ворох семян, предназначенный для очистки и сортирования, засыпают в загрузочный бункер 1, откуда он поступает в обескрыливающий барабан 2 через отверстие, регулируемое заслонкой 15. Для обеспечения более равномерного потока в барабан сортируемой смеси служит ручная ворошилка 16 периодического действия. При вращении ротора обескрыливателя, снабженного лопастями с капроновыми щетками, ворох интенсивно перемешивается.

В результате внутреннего трения смеси, а также трения смеси о сетку барабана обескрыливателя семена отделяются от крылаток или извлекаются из плодов. Затем обработанный ворох, пройдя через отверстия сетки, поступает в приемный бункер 14, из него питателем 13 через окно направляется в вертикальный канал 3 воздушной очистки. Здесь пустые семена и легкие примеси подхватываются воздушным потоком, создаваемым вентилятором 6 и регулируемым заслонкой 7, и увлекаются в осадочную камеру 4, где более крупные

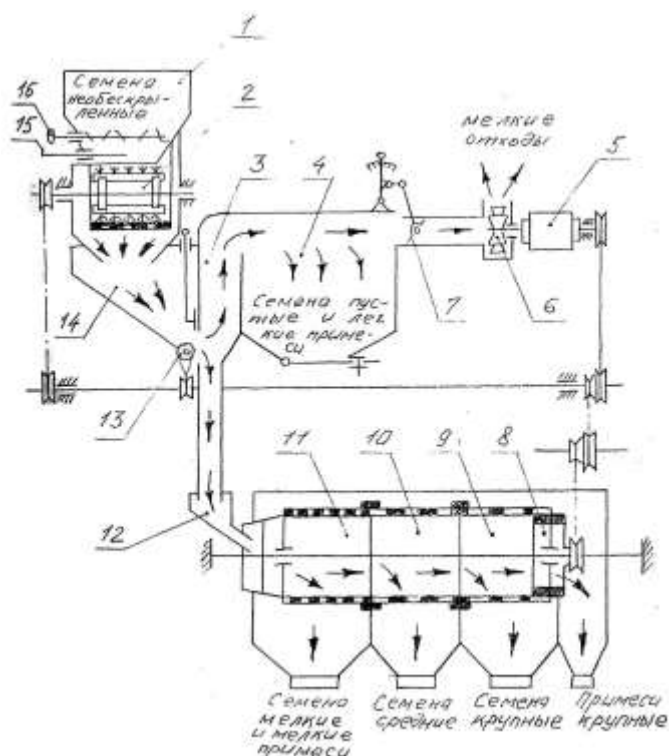


Рисунок 3 – Схема сеяночистительной машины МОС-1

отходы осаждаются на дно, а мелкие выбрасываются вентилятором наружу. Полные семена и тяжелые примеси, не подхваченные воздушным потоком, опускаются по каналу 3 в лоток 12, а из него попадают во вращающийся барабан, состоящий из трех сменных цилиндрических решет с пробивными отверстиями.

Решето 11 имеет продолговатые отверстия, а решета 10 и 9 – круглые. Мелкие семена и мелкие примеси просыпаются через отверстия решета 11 в семеноворник, а остальные поступают в решето 10. Средние семена просыпаются через отверстия того решета в семеноворник для средних семян, а крупные семена и крупные примеси поступают в решето 9. Здесь происходит отделение крупных семян от крупных примесей. Крупные семена, просыпаясь через отверстия решета 9, попадают в семеноворник для крупных семян, а крупные примеси, проходя отделение 8 барабана, поступают в ящик для сбора примесей.

Производительность машины при двукратной обработке семян сосны составляет 18 кг/ч исходного материала и 8,4 кг/ч выходящих семян [5, 6].

Достоинство сеяночистительной машины МОС-1 – возможность одновременного осуществления обескряливания, очистки и сортировки лесных семян. Недостатки: сравнительно низкая производительность машины, повышенное травмирование семян в процессе сортировки, недостаточное количество сортирования, высокая энергоемкость процесса обработки семян, возможно забивание решет.

Машина для обескряливания, очистки и сортировки лесных семян УМО-1. Малогабаритная семяочистительная машина УМО-1 предназначена для обескряливания, очистки и сортировки семян хвойных и лиственных пород. Конструкция машины разработана на основе конструктивных решений, защищенных авторскими свидетельствами.

Основными узлами машины УМО-1 являются (рис. 4): загрузочный бункер 4 с питателем 15, представляющим собой щетку, охватываемым цилиндрическими направляющими с рифленой поверхностью, обескряливающий бабан 6, электродвигатель 10, вентилятор 2, осадочная камера 1, аспирационный канал 3, система решетной очистки, представляющая собой решетный стан 12, подвешенный к раме 14 на четырех регулируемых по длине подвесках 11, приводимый в колебательное движение при помощи эксцентрикового вала 8 и двух шатунов 9. В верхнем полуцилиндре обескряливающего барабана 6 установлена заслонка 5. Все узлы машины крепятся к раме 14 сварной конструкции изготовленной из стального уголка [7-9].

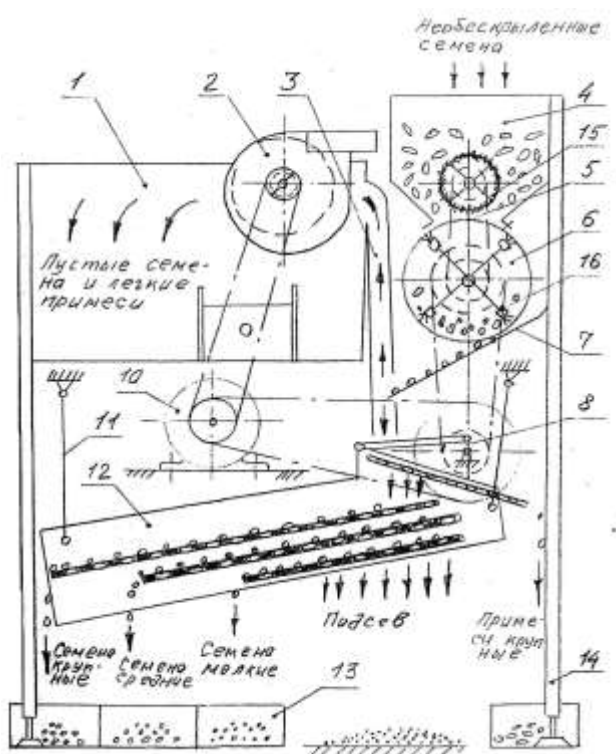


Рисунок 4 – Схема малогабаритной семяочистительной машины УМО-1

Машина работает следующим образом. При обработке семян хвойных пород исходный семенной материал (ворох) засыпают в загрузочный бункер 4, который закрывают сверху крышкой. Затем регулировочной заслонкой 5 от-

крывают впускное окно, перемещая заслонку на  $2/3$  ее рабочего хода, и включают электродвигатель 10.

При вращении щеточного питателя 15 семена из загрузочного бункера, предварительно обескрылившиеся, непрерывно подаются через впускное окно в цилиндрическую камеру обескрыливающего барабана. Здесь они подхватываются щетками 16 и протираются через сетчатую рабочую поверхность. За счет этого протираания, а также в результате внутреннего трения семян между собой и трения их о прорезиненный материал верхнего полуцилиндра барабана б происходит отделение крылаток от семян. Протираемая масса семян (семена, обломки крылаток и прочее) проходит непрерывно через отверстия сетчатой поверхности и попадает в приемный лоток 7, который направляется в аспирационный канал 3. Здесь пустые семена и легкие примеси подхватываются воздушным потоком, регулируемым дроссельной заслонкой, и увлекаются в осадочную камеру 1, где происходит их осаждение на дно. Полнозернистые семена и крупные примеси, не подхваченные воздушным потоком, попадают на верхнее решето ременного стока 12. Крупные примеси сходят с этого решета в ящик для примесей, а семена просыпаются через отверстия верхнего решета и попадают на сортирующее решето, отделяющее крупные семена. Остальные семена проходят через отверстия сортирующего решета и попадают на следующее решето, которое отделяет средние семена. Мелкие семена с подсевом проходят через ячейки этого решета и попадают на подсевное решето, которое производит отделение мелких семян от подсева.

При обработке семян в обескрыливающем барабане б накапливаются крупные семена и примеси, которые не могут пройти через отверстия сетчатой поверхности. В этом случае прекращают подачу семян из бункера 4 в барабан б путем перекрытия отверстия регулировочной заслонкой 5. Затем открывают люк и вращающимися щетками барабан очищается то примесей и крупных семян. После этого, закрыв люк крышкой, открывают заслонку 5 и продолжают процесс обработки семян.

При обработке семян лиственных пород (клена, ясеня и т.д.) цикличность процесса повышается и работа несколько отличается от вышеупомянутой. В этом случае в бункер 4 загружаем порцию семян (2,5-3 л), включают в работу машину при полностью открытой заслонке 5 и через 1-1,5 мин обескрыленные семена удаляют через люк, расположенный на барабане б. После полной очистки барабана от обескрыленных семян люк закрывают крышкой, вновь загружают порцию семян и

цикл обработки повторяется. Аналогичным способом работает машина при обработке на ней плодов – бобов стручковых пород (акации желтой).

На данный момент времени УМО-1 является наиболее совершенной малогабаритной машиной. Поэтому принимаем ее в качестве прототипа для создания машины новой конструкции. Достоинством машины УМО-1 является: компактность, возможность одновременного осуществления обескрыливания, очистки и сортировки семян, сравнительно высокая производительность, высокое качество обескрыливания семян. Главный недостаток машины – повышенное травмирование семян при сортировке.

В статье [10] исследуется новый метод очистки семян китайской капусты. Определяется производительность, рабочие параметры машины и степень удаления загрязнений на каждой стадии.

В статье [11] представлены данные о целесообразности концепции высокоэффективного очистителя семян с последовательным использованием воздушного потока при аспирации и многоуровневым размещением сортировочных решеток в решеточных мельницах. В результате моделирования были определены направления дальнейшего совершенствования машин для очистки семян с воздушным ситом: увеличение доли сортировочных решеток на мельницах до 70-80 % и увеличение скорости воздуха. Расход в канале предварительной очистки фильтра до 8,0 м / с. Эксперименты установили компетенцию использования математического моделирования воздушного потока в пневматической системе с использованием метода конечных объемов для решения гидродинамических уравнений для обоснования основных параметров пневматической системы.

Машинная уборка увеличивает содержание посторонних веществ в семенном хлопке. Чрезмерная очистка приводит к повреждению волокна и экономическим потерям. Цель этого исследования [12] состояла в том, чтобы определить влияние очистки семян хлопка на качество волокна хлопка, собранного с помощью машин, в регионе Синьцзян. Образцы хлопка были собраны с тринадцати полей и обработаны в семи перерабатывающих заводах в период между 2013 и 2015 гг. Результаты показали, что очистка семян хлопка оказала неоднозначное влияние на прочность волокна. Очистка семян хлопка снизила прочность хлопка с семи полей. Повреждение волокон из четырех полей было значительным. Потеря прочности была связана с адгезивностью листьев хлопка, но не с содержанием посторонних веществ. Очистка семян хлопчатника по-разному влияла на прочность волокна из-за очищаемости листьев. Выбор сорта должен быть направлен на особенности листа и при-



цветника, чтобы улучшить очищаемость листа до  $> 45\%$ .

Цель работы – создание такой машины, которая смогла бы обеспечить значительное снижение либо полное исключение травмирования семян в процессе сортировки. Указанная цель достигается заменой системы решетной очистки на сортировальное устройство принципиально новой конструкции, позволяющей полностью исключить травмирование лесных семян в процессе сортирования.

Исходя из назначения сортировального устройства, принимаем схему конструкции, которая включает (рис. 5): раму 8, которая предназначена для крепления на ней всех узлов машины. В целях обеспечения легкости машины применяем раму сварной конструкции, изготовленную из стального уголка. Загрузочный бункер 3, в котором установлен щеточный питатель 4, обескряливающий барабан 6 с вращающимися внутри него щетками 7, приемный лоток 9, вертикальный аспирационный канал 10, вентилятор 2, осадочную камеру 1, электродвигатель 15, промежуточный привод 11, разделитель 12, сортировальное устройство 13 принципиально новой конструкции, ящик 14 для сбора обработанных семян. В целях обеспечения простоты и надежности конструкции машины привод рабочих органов от электродвигателя осуществляется через клиноременную передачу.

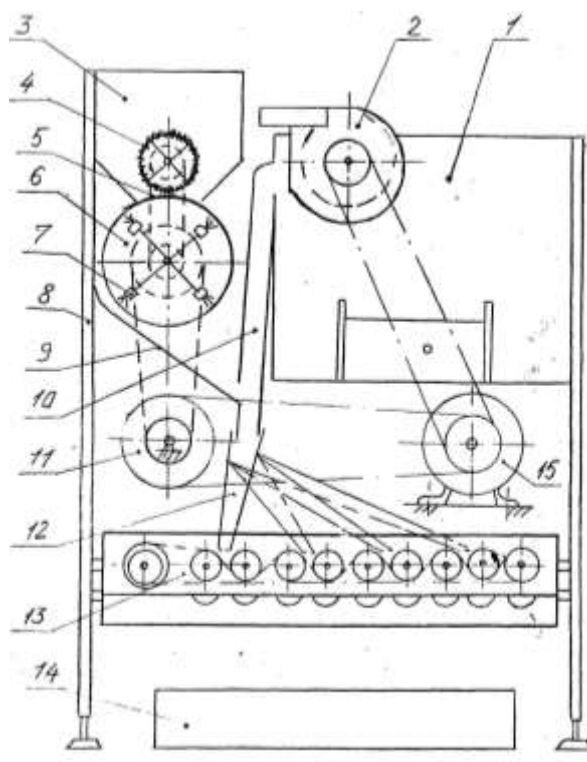


Рисунок 5 – Схема проектируемого сортировального устройства

Сортировальное устройство 13 (рис. 6) предназначено для сортирования обескрыленных и очищенных от примесей семян по фракциям в зависимости от их типа размера. В машине УМО-1, послужившей прототипом для создания проектируемой машины, сортирование семян осуществляется при помощи решетчатого стана, совершающего колебательные движения. Но при такой системе сортирования происходит забивание решет застрявшими в отверстиях семенами, травмирование семян. Поэтому, с целью исключения недостатков, присущих решетчатой системе сортирования, в проектируемой машине разработана преимущественно новая конструкция сортировального устройства, включающая (рис. 6): раму 1, четыре пары вальцов 8, снабженных шкивами 5, ось 7, шкив 6, ось натяжителя 2, натяжной ролик 3.

Рама разборной конструкции состоит из двух панелей и двух боковин, соединяемых при помощи болтов и гаек. Опорами вальцов 8 являются подшипники качения с двухсторонним уплотнителем, установленные в корпусах 4 подшипников. Корпуса 4 подшипников установлены в панелях рамы 1 с возможностью перемещения для регулировки зазора между вальцами 8 и угла расхождения вальцов. Фиксирование каждого корпуса подшипника осуществляется при помощи двух болтов со специальными шайбами. Крепление шкивов 5 на вальцах осуществляется при помощи установленных винтов с коническим концом.

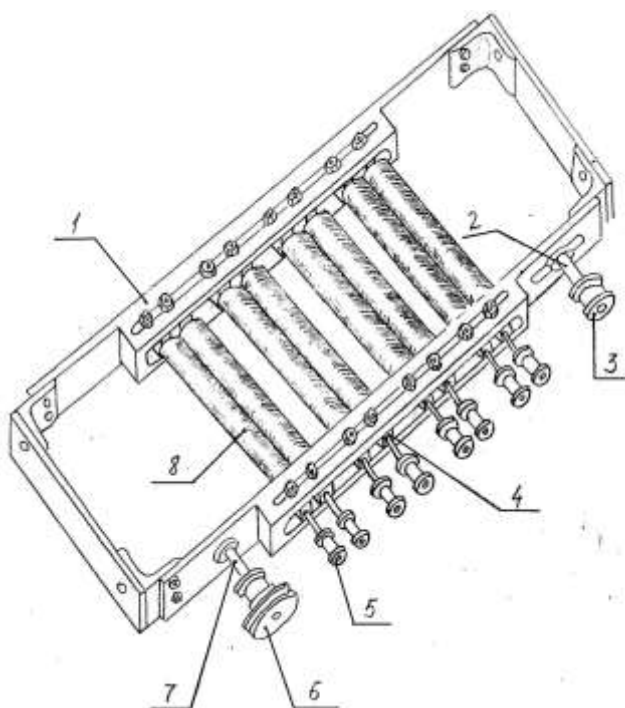


Рисунок 6 – Разработанная конструкция сортировального устройства проектируемой машины (упрощенное изображение)

Для привода вальцов служит шкив 6, который получает вращение от промежуточного привода 11 (рис. 5) через клиноременную передачу. Применение плоскоремненной передачи обусловлено тем, что вращение вальцов 8 в каждой секции (паре) должно осуществляться в противоположных направлениях, и поэтому рабочими поверхностями ремня должны быть как внутренняя, так и внешняя его поверхности. Шкив 6 установлен на оси 7 при помощи шарико-подшипников с двухсторонним уплотнителем.

В конструкции сортировального устройства для натяжения ремня 3, установленный на оси натяжителя 2 при помощи подшипников качения с двухсторонним уплотнителем. В целях унификации все подшипники сортировального устройства являются подшипниками одной марки. Перемещение оси натяжителя 2 по прорезам передней панели сортировального устройства осуществляется при помощи натяжного винта крепление сортировального устройства к раме машины осуществляется при помощи четырех болтов-осей, позволяющих производить регулировку угла наклона сортировального устройства. Регулировка угла наклона сортировального устройства производится при помощи регулировочных винтов, которые ввинчиваются в специальные гайки, закрепленные в кронштейнах, установленные на внутренней стороне задней панели сортировального устройства. Для обеспечения качества сортирования рабочие поверхности вальцов должны быть полированными.

Сортирование семян происходит следующим образом. Обескрыленные и очищенные семена из разделителя попадают в верхнюю часть желоба, образованного рабочими поверхностями вращающихся в противоположных направлениях вальцов. Результирующая сила, действующая на семена со стороны рабочих поверхностей, заставляет их двигаться вдоль рабочих поверхностей вальцов в сторону увеличения зазора между вальцами. В том месте желоба, где зазор между вальцами соответствует толщине семени, это семя проваливается и попадает в соответствующее отделение ящика для сбора обработанных семян. Так как увеличение зазора между вальцами по длине происходит непрерывно, то распределение мест падения семян в зависимости от их толщины является очень точным. Это позволяет получить любое требуемое количество фракций, зависящее только от числа перегородок в ящике для сбора обработанных семян.

Травмирование семени полностью исключается, так как в процессе сортирования семена контактируют только с полированными поверхностями вальцов, не испытывая при этом никаких ударных либо сжимающих нагрузок. Для

повышения производительности сортировальное устройство включает четыре параллельно работающие секции.

Таким образом, разработанная конструкция сортировального устройства позволяет повысить производительность и качество процесса сортирования, полностью исключая травмирование семян при сортировании.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Суворцев, П. А. Обескрыливатель и веялка для лесных семян [Текст] / П. А. Суворцев // Тр. ВНИИЛХ. – Пушкино, 1940. – 32 с.
- 2 Голев, А. Д. Обоснование технологических и конструктивных параметров безрешетного сепаратора вальцового типа для очистки и сортировки семян хвойных пород [Текст] : дис. ... канд. техн. наук / А. Д. Голев. – Воронеж, 1992. – 165 с.
- 3 Филин, М. И. Машина для обескрыливания семян сосны и ели [Текст] / М. И. Филин // Лесное хозяйство. – 1983. – № 10. – С. 66-67.
- 4 Свиридов, Л. Т. О классификации способов и устройств для обескрыливания лесных семян хвойных пород [Текст] / Л. Т. Свиридов // Лесной журнал. – 1997. – № 3. – С.15-19.
- 5 Аксенов, А. А. Модернизация машины для обескрыливания и очистки семян МОС-1А [Текст] / А. А. Аксенов, С. В. Малюков // Актуальные направления научных исследований XXI века : теория и практика. – 2014. – Т. 2. – № 3-4 (8-4). – С. 19-22.
- 6 Нартов, П. С. Проектирование и расчет лесохозяйственных машин. [Текст] : учеб. / П. С.Нартов. – Воронеж : Изд-во ВГУ, 1980. – 192 с.
- 7 Машина для очистки, сортировки и обескрыливания лесных семян УМО-1. [Текст] / Техническое издание. Пушкино: ЦОКБ лесхозмаш, 1991. – 14 с.
- 8 Машина для очистки, сортировки и обескрыливания лесных семян УМО-1. [Текст] / Паспорт. Пушкино : ЦОКБ лесхозмаш, 1991. – 25 с.
- 9 Машина для очистки, сортировки и обескрыливания лесных семян УМО-1. [Текст] / Программа и методика предварительных испытаний.
- 10 Wang, S. S. Detection Technology for Impurity Removal Rate and Performance Index of Chinese Cabbage Seed Cleaning Machine [Text] / S. S. Wang, JT Ji, LX Geng, XL Xie // Ekoloji. – 2019. – Vol. 28. – Issue 107. – pp. 1745-1759.
- 11 Giyevskiy, A. M. Substantiation of basic scheme of grain cleaning machine for preparation of agricultural crops seeds [Text] / A. M. Giyevskiy, V. I. Orobinsky, A. P. Tarasenko, A. V. Chernyshov, D. O. Kurilov // International conference on mechanical engineering, automation and control systems. – 2018. – Vol. 327. – DOI : 10.1088/1757-899X/327/4/042035.
- 12 Tian, J. S. Leaf adhesiveness affects damage to fiber strength during seed cotton cleaning of machine-harvested cotton [Text] / J. S. Tian, X. Y. Zhang, W. F. Zhang, H. Y. Dong, X. L. Jiu, Y. C. Yu, Z. Zhao // Industrial crops and products. – Vol.107. – pp. 211-216. – DOI : 10.1016/j.indcrop.2017.05.056.