

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление **Агроинженерия**

Профиль **электрооборудование и электротехнологии**

Кафедра **машин и оборудования в агробизнесе**

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: «**Электроснабжение пункта послеуборочной обработки зерна с разработкой системы автоматизации пневматического сепаратора**»

Шифр 35.03.06.171.18

Студент _____ Миннегалиев И.И.
подпись Ф.И.О.

Руководитель _____ Дмитриев А.В.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол №__ от _____ 20__ г.)

Зав. кафедрой _____
ученое звание подпись Ф.И.О.

Казань – 2018 г.

АННОТАЦИЯ

На выпускную квалификационную работу Миннегалиева Ильяса Ильгизовича на тему: «Электроснабжение пункта послеуборочной обработки зерна с разработкой системы автоматизации пневматического сепаратора».

Данная работа состоит из пояснительной записки на _ листе печатного текста и графической части на __ листах формата А1, содержит __ рисунков, __ таблиц, список использованной литературы содержит __ наименований.

Текстовые документы работы содержат пояснительную записку, состоящую из введения, 3 разделов, заключения и списка использованной литературы, приложения и спецификации.

В первом разделе проводится анализ существующих технологий послеуборочной обработки зерна и существующих конструкций пневматических сепараторов. Приведены технические достоинства и недостатки существующих разработок.

Во втором разделе рассмотрен план силового оборудования цеха послеуборочной переработки зерна и представлен план его освещения.

В третьем разделе разрабатывается конструкция пневматического сепаратора с разработкой системы автоматизации. Описана функциональная схема работы приспособления, выполнены конструктивные расчеты. Разработана инструкция по безопасной работе с устройством. Дано технико-экономическое обоснование целесообразности применения пневматического сепаратора с разработкой системы автоматизации.

Пояснительная записка завершается выводами и списком использованной литературы.

ANNOTATION

On the final qualifying work of Ilyas Ilgizovich Minnegaliyev on the topic: "Power supply of the post-harvest grain processing station with the development of a pneumatic separator automation system".

This work consists of an explanatory note on a sheet of printed text and a graphic part on __ sheets of A1 format, contains __ drawings, __ tables, a list of references contains __ names.

The text documents of the work contain an explanatory note consisting of an introduction, 3 sections, conclusion and list of used literature, application and specification.

The first section analyzes the existing technologies for post-harvest grain processing and the existing designs of pneumatic separators. The technical merits and shortcomings of the existing developments are given.

In the second section, the plan of the power equipment of the post-harvest grain processing workshop is considered and a plan for its illumination is presented.

The third section develops the design of a pneumatic separator with the development of an automation system. A functional diagram of the work of the device is described, constructive calculations are performed. The instruction on safe work with the device is developed. The feasibility study of the expediency of using a pneumatic separator with the development of an automation system is given.

Explanatory note concludes with conclusions and a list of used literature.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....
1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР.....

1.1 Общие сведения	
1.2 Анализ существующей технологии послеуборочной обработки зерна ...	
1.3 Анализ существующих схем автоматизации конструкций.....	
1.4 Анализ существующих конструкций пневматических сепараторов.....	
2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ.....	
2.1 Ведомость электрических нагрузок и категории потребителей.....	
2.2 Категории приемников и потребителей электроэнергии по бесперебойности электроснабжения	
2.3 Определение расчетных нагрузок по цехам и предприятию в целом...	
2.4 Определение расчетной мощности в целом с учетом компенсирующих устройств и потерь мощности в трансформаторах.....	
2.5 Картограмма нагрузок и определение центра электрических нагрузок (ЦЭН).....	
2.6 Выбор числа, мощности и типа силовых трансформаторов ТП.....	
2.7 Распределение нагрузки по пунктам питания ТП-10/0,4 кВ; РП-0,4 кВ...	
2.8 Выбор сечения питающей линии и распределительных сетей.....	
2.9 Выбор сечения кабельных линий напряжением выше и до 1 кВ.....	
2.10 Силовой электрический расчет склада для предварительной очистки зерна.....	
2.11 Определение расчетной мощности методом упорядоченных диаграмм..	
2.12 Определяем эффективное число ЭП.....	
2.13 Расчет и выбор параметров схемы.....	
2.14 Выбор кабельных линий питающих электродвигатели установок.....	
2.15 Выбор автоматических выключателей.....	
2.16 Расчет внутреннего склада для предварительной очистки зерна.....	
2.17 Расчет аварийного освещения.....	
2.18 Электротехнический расчёт.....	
3. КОНСТРУКТОСКАЯ ЧАСТЬ.....	
3.1 Конструкторская разработка.....	
3.2 Конструктивные расчеты.....	

3.2.1	Расчет клиноременной передачи привода полого вала вентилятора.....
3.2.2	Расчет шпоночного соединения.....
3.3	Расчет болтового соединения.....
3.4	Экономическое обоснование пневматического сепаратора с разработкой системы автоматизации.....
3.5	Техника безопасности при эксплуатации сепаратора с системой автоматизации работы.....
	ВЫВОДЫ
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
	ПРИЛОЖЕНИЯ
	СПЕЦИФИКАЦИЯ

Введение

Сельскохозяйственное производство - одна из стратегических отраслей экономики в нашей стране, которая обеспечивает население необходимыми

продуктами питания. Зерно является основным продуктом сельского хозяйства, из него вырабатывают муку, крупы, хлебные и макаронные изделия. Необходимость увеличения производства зерна – важнейшая задача сельского хозяйства.

В производстве зерна одной из главных операций является послеуборочная обработка, она включает в себя операции сушки и очистки. Поэтому послеуборочная обработка зерна должна обеспечить полную и длительную сохранность собранного урожая, затратив при этом минимум труда и средств. В связи с этим все большую актуальность приобретает проблема совершенствования машин, участвующих в послеуборочной обработке, зерноочистительных линий и комплексов.

Существующие установки для послеуборочной обработки зерна в сельском хозяйстве морально изношены, не соответствуют современным условиям конкурентного зернопроизводства.

Для исключения этих проблем необходимо модернизировать производство, внедряя энергосберегающие технологии, уменьшая долю фуражного зерна и улучшая технико-экономические показатели.

В связи с этим целью выпускной квалификационной работы является разработка и обоснование новых сепарирующих машин и рабочих органов, приспособленных к различным условиям производства.

1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

1.1 Общие сведения

Продовольственная защищенность считается составной частью государственной безопасности Российской Федерация и в значимой мере ориентируется как раз валовым сбором зерна, важного для формирования семенных фондов, обеспечения продуктами питания населения и животноводства зернофуражом.

Приоритетным направлением становления агропромышленной системы считается обширное внедрение современных технологий и технических средств. В последние годы урожайность зерновых культур не выше 15...20 ц/га. Годичная потребность РФ в готовых семенах зерновых культур составляет примерно 13...15 млн.т.

По причине нехорошего свойства семян страна каждый год недобирает примерно 10...15 млн. т зерна.

Ключевыми основаниями невысокого свойства семян считаются большая степень их травмирования и несвоевременная обработка зернового вороха, собственно что разъясняется неэффективным технологическим и техническим уровнем механизации изготовления семян. В хозяйствах Российской Федерации в основном используют поточную технологию послеуборочной обработки зерна и семян с внедрением зерноочистительных агрегатов и технологий, построенных в 60-е годы, выработавших личный материальный и технологический износ. В следствие этого, действенная и актуальная обработка зернового вороха с целью получения качественных семян считается наиболее ответственной задачей.

Одна из наиболее сложных технологических операций в производстве зерна – послеуборочная обработка выращенного урожая. Во всей технологической цепочке она также является наиболее ресурсоемким процессом, на осуществление которого затрачивается от 30 до 50 % топлива, от 90 до 98 % электроэнергии, 15–20 % металла, приходится около 10–12 % трудозатрат и порядка 15–20 % эксплуатационных затрат от всего количества,

используемого на производство зерна. Особенно остро стоит проблема сбережения энергоресурсов (топлива, электрической и тепловой энергии) при послеуборочной обработке путем максимально экономного их использования. Для этого требуются определенные целенаправленные меры в технологиях производства зерна – массовое внедрение энергосберегающих машин и оборудования, совершенствование технологических процессов, рациональная организация труда.

1.2 Анализ существующей технологии послеуборочной обработки зерна

В сельскохозяйственном производстве зерна возникает большое количество технологических операций. В себестоимости изготовления зерна эффективность очистки и сортирования при послеуборочной обработке не выше и 10 %, но отказ от данных операций или неэффективное их выполнение приводит к большущим потерям, стоимость коих имеет возможность значительно превосходить издержки на их проведение.

Для переработки зернового вороха используют воздухорешетные и триерные машины, а сушат зерно в зерносушилках шахтного, камерного и барабанного типов и в установках активного вентилирования. Любая конструкция и машина, помимо указанных установок, имеет комплект транспортеров и норий, зернопроводы и накопительные емкости, приборов для взвешивания, загрузки и разгрузки автотранспорта, воздушные циклоны, щиты и пульта управления машинами. Все установки согласованы по производительности и объединены в единую технологическую цепочку, обслуживаемую одним-двумя операторами.

Группирование машин в поточную линию и их автоматизация позволят увеличить производительность труда в 7...10 раз и понизить себестоимость обработки зерна в 2...3 раза.

Из средств автоматики на агрегатах и установках более эффективно используют приборы контроля

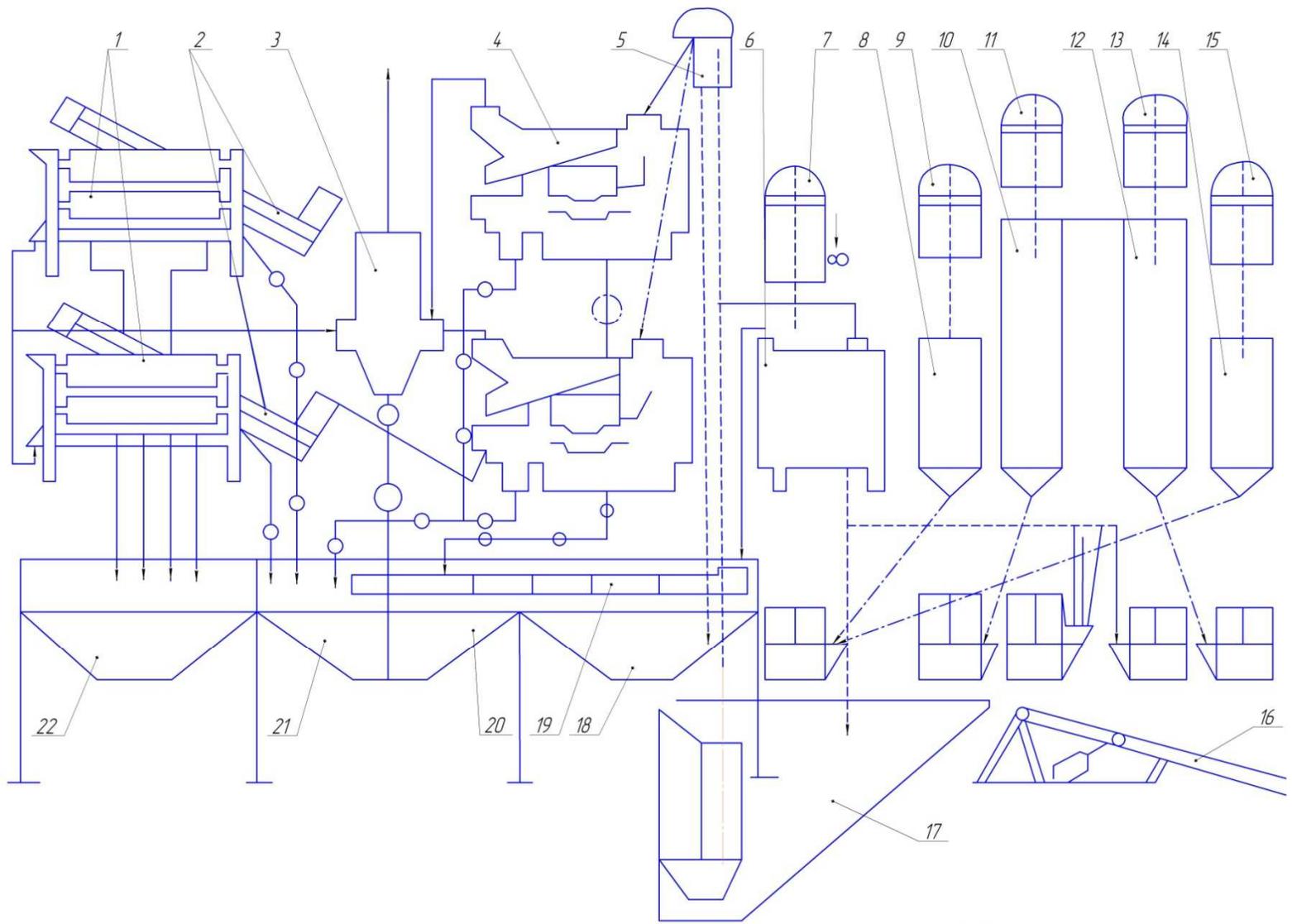
и регулировки технологических характеристик: детекторы значения сыпучих материалов, температуры нагрева теплоносителя на входе и выходе зерносушилки, температуры зерна в сушилках и бункерах интенсивного вентилирования; влагомеры для измерения условной влаги воздуха и влаги зерна; расходомеры зерна; различные реле; электромагнитные клапаны; конечные выключатели и т. п.

Зерновую массу, содержащую зерновые и сорные примеси, очищают сразу после ее поступления на элеватор. Более поздние очистки наносят непоправимый вред семенам или зерну любого целевого назначения, особенно если зерновая масса не сухая или в массе сухого зерна влажные компоненты.

Для очистки зерна проводят контроль над соблюдением последовательности проведения работ:

предварительный анализ зерна и регулирования всех рабочих органов машин; установление защитных ограждений и заземления; регулирования подачи зерновой массы.

При очистке зерна и семян используют их технологические свойства: аэродинамические, состояние или форму поверхности, геометрические размеры (длина, толщина, ширина зерна). Компоненты, различающиеся аэродинамическими свойствами, выделяют с помощью вертикальной воздушной струи. Для нормальной работы зерноочистительных машин регулируют силу струи воздуха, периодически очищают фильтры и пылесборники.



1 - триерные блоки; 2 - передаточные транспортеры; 3 - аспирационная система; 4 - воздушно-решетные машины; 5, 7, 9, 11, 13, 15 - норки; 6 - машина первичной очистки; 8, 14 - охлаждающие колонки; 10, 12 - шахты; 16 - автомобильподъёмник; 17 - завальная яма; 18, 20, 21, 22 - блок бункера; 19 - транспортер отходов.

Рисунок 1.1 - Существующая технология послеуборочной обработки зерна

Существующая технология послеуборочной обработки зерна предназначена для послеуборочной обработки зерновых, зернобобовых и крупяных культур.

Технологический процесс проходит следующим образом. Перерабатываемый материал из кузова автомашины при помощи автомобилеподъемника 16 выгружают в завальную яму 17, откуда загрузочной норией 5 оно транспортируется в машину предварительной чистки 6, а вслед за этим нориями 11 и 13 - в шахты сушилки 10 и 12. Из сушилки высушенное семя направляется при норий 9 и 15 в охладительные колонки 8 и 14 для охлаждения внешним воздухом, а вслед за тем норией 7 выгружается на воздушно-решетные машины 4 для последующей чистки и транспортерами 2 на триерные машины 1 для сортирования.

Переработанный продукт и отходы поступают в надлежащие секции блока бункеров. Зерносушилка СЗШ-16 содержит 2 шахты. При содержании влаги 20%, поток зерна делится и одновременно протекает по обеим шахтам. При влаге выше 20% целый поток протекает обе шахты поочередно. При параллельной работе шахт продукт нориями 11 и 13 размеренно и в одно и тоже время делится по 2 шахтам. Высушенное и охлажденное зерно норией 7 выгружается в запасной бункер 18, откуда самотеком поступает во вторую ветвь загрузочной нории 5.

При поочередно последовательной работе шахт продукт из машины подготовительной очистки 6 норией 13 выгружается в шахту 12. Просушенное семя разгрузочной кареткой выгружается в норию 15 и перемещается в охладительную колонку 14. Охлажденный продукт шлюзовым затвором выгружается из колонки 14 и посылается норией 11 в шахту 10 сушилки. Впоследствии сушки во 2 шахте семя норией 9 выгружается в охладительную колонку 8, откуда сквозь шлюзовой затвор порционно направляется норией 7 в запасной бункер 18, а вслед за тем загрузочной норией 5 направляется на очистку.

В воздушной системе от продукта отделяются легкие примеси и по вентиляционной системе выносятся в осадочную камеру централизованной аспирационной системы 3, где примеси выгружаются в секцию отходов, а очищенный воздух вентилятором выбрасывается наружу.

В воздушно-решетных установках зерновая смесь делится на три фракции: очищенные семена, фуражное зерно и отходы. Очищенные семена при помощи транспортёра 2 подаются на триерную машину 1, где они дополнительно очищаются от длинных и коротких примесей, не отделившихся в воздушно-решетных машинах.

В зависимости от назначения и степени засоренности зерна триерные машины настраивают на параллельную или последовательную работу цилиндров. Чистые семена и фракции очистки системой зернопроводов направляются в соответствующие бункера.

Для предотвращения завала зерна при пуске и останове машин последовательность пуска электроприводов машин противоположна движению зерна, а последовательность остановки совпадает с потоком зерна.

1.3 Анализ существующих схем автоматизации конструкций

Установлено, что существующая схема автоматизации и дистанционного управления установками неэффективно удовлетворяет требованиям послеуборочной обработки зерна на перерабатывающих предприятиях и имеет существенные недостатки. Оптимизация системы автоматизации во всех технологических процессах позволит повысить производительность машин на 20...25%, снизить простой машин в 4...5 раз, уменьшить затраты труда в 2...3 раза и обеспечить разделение продукта. Этого можно достичь лишь при применении совокупности автоматических устройств, объединенных в оптимальную систему автоматизированного управления ТП всего послеуборочного комплекса.

Цель оптимизации автоматического управления зерноочистительной машиной состоит в получении максимальной производительности q_k при заданном значении чистоты ψ_k обработанного зерна.

На рисунке 1.2 представлена зерноочистительная воздушно-решетная машина как объект автоматического управления.

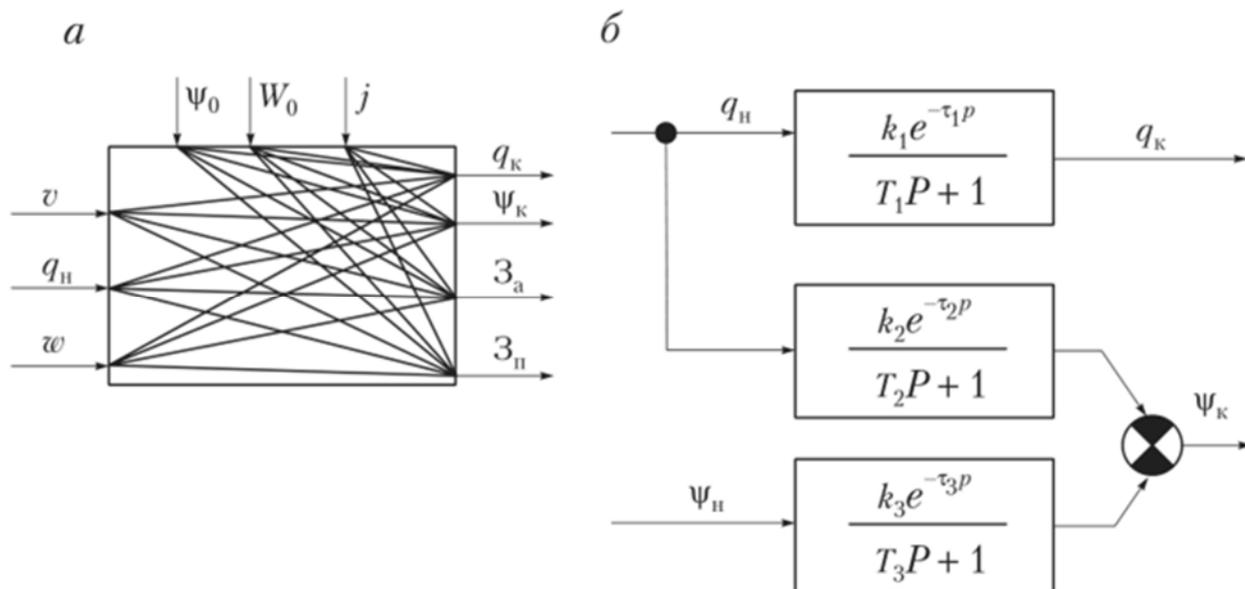
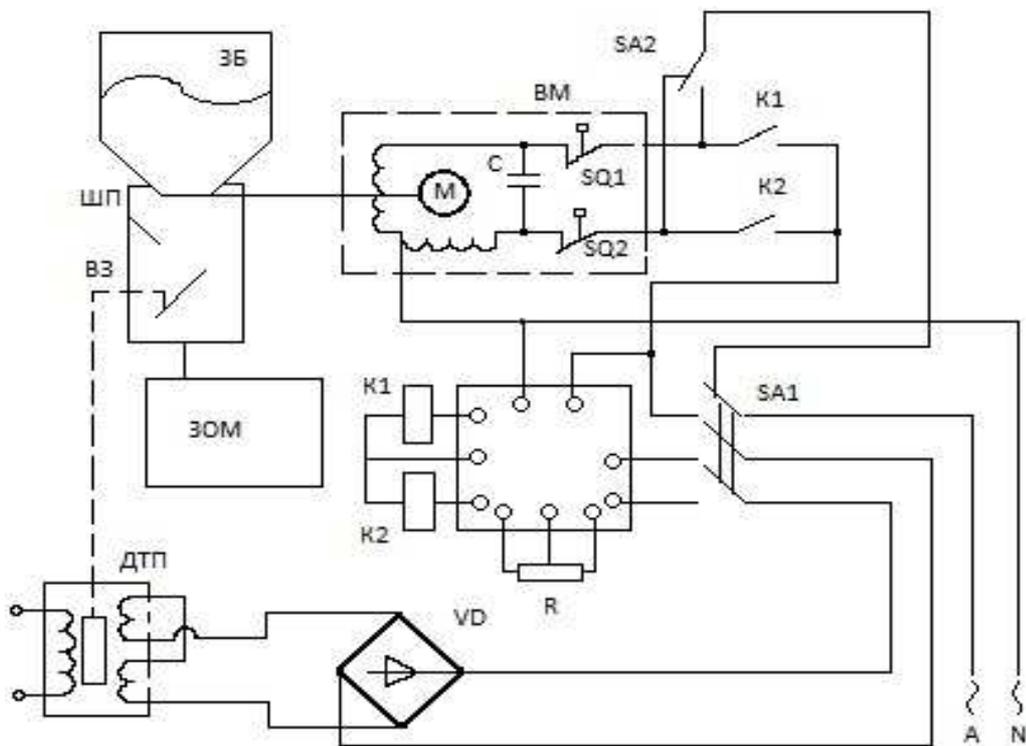


Рисунок 1.3 - Модель (а) зерноочистительной воздушно-решетной машины и его структурная схема (б) как объекта автоматического управления

Качество работы машины определяют по следующим контролируемым и управляемым параметрам: производительности машин по чистому зерну q_k , чистоте выходного зерна ψ_k , содержанию зерна в отходах аспирации Z_a и содержанию зерна в крупных примесях Z_n . Управляющими входными воздействиями являются: подача зерна в машину q_n , скорость воздушного потока в каналах аспирации v и частота колебания решет ω . Чистота ψ_n , влажность w и натурный вес j поступающего зерна представляют собой возмущающие воздействия.

Рассмотрим непрерывный регулятор загрузки зерноочистительной машины (рисунок 1.3). Регулятор состоит из лоткового расходомера зерна ВЗ с дифференциально-трансформаторным преобразователем (ДТП), регулирующего прибора РП, двух промежуточных реле К1 и К2, исполнительного механизма ВМ, который действует на шиберный устройство

ШП, загрузочного бункера ЗБ. Процесс регулирования осуществляется так. Поток зерна проходит из бункера ЗБ через отверстие шибера ШП и расходомера ВЗ в машину ЗОМ, перемещает подпружиненный лоток расходомера. Это перемещение преобразуется датчиком ДТП в электрический сигнал переменного тока. Затем после выпрямителя ток поступает на вход регулятора РП, где сравнивается с заданным значением расхода зерна. Если текущее значение загрузки больше или меньше заданного, превышающего зону нечувствительности регулятора, то срабатывают реле или К2, включается двигатель исполнительного механизма ВМ, который перемещает заслонку шибера до того момента, пока подача зерна не будет соответствовать заданному значению. В системе предусмотрена возможность дистанционного ручного управления шибером с помощью переключателя 8А2 при отключенном регуляторе, что осуществляется переключателем 5Л1.

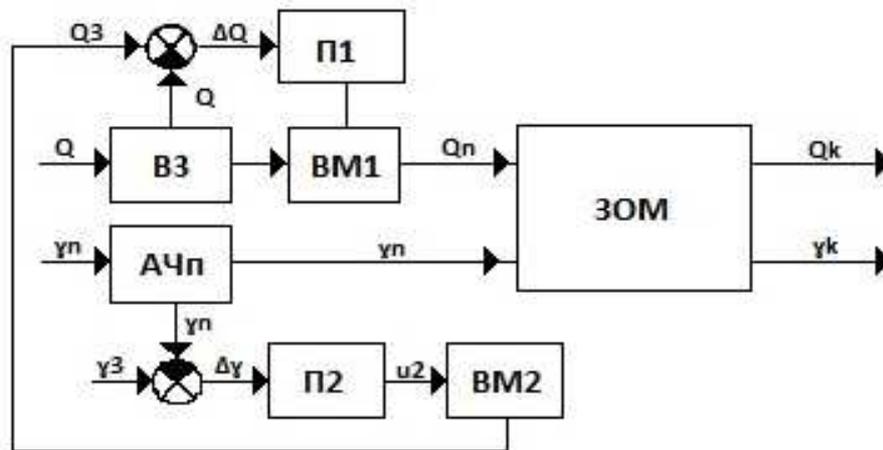


ЗБ - загрузочный бункер; ВЗ - расходомер зерна; ЗОМ - зерноочистительная машина; ДТП - дифференциально-трансформаторный преобразователь; РП - регулирующий прибор; ВМ - исполнительный механизм; 5/11, 5Л2 – переключатели.

Рисунок 1.3 - Принципиальная схема системы автоматического регулирования загрузки зерноочистительной машины.

Данная схема управления не может быть совершенной, потому что не учитывает изменчивости влажности и чистоты зерна, которое подается в машину. Известно, что при наличии более влажного зерна или зерна с меньшей чистотой подача его в машину должна уменьшаться. Только в этом случае показатели качества очистки можно удерживать на заданном уровне. Для учета возмущений по влажности и чистоте зерна в управлении процессом очистки разработаны более совершенные системы.

Рассмотрим систему управления, в которой загрузка машины выбирается в зависимости от чистоты зерна, подаваемого на очистку. Функциональная схема такой системы изображена на рисунке 1.4. С помощью анализатора чистоты исходного зерна АЧ и периодически определяется чистота зерна. Это значение сравнивается с заданным, и сигнал от сравнивая элемента через усилитель П₂ подается на исполнительный механизм ВМ2, который изменяет параметры задающего элемента системы управления подачей зерновой массы в машину.



ЗОМ - зерноочистительная машина; ВТ - расходомер зерна; ПИ. П2 - усилители; ЛЧ - анализатор чистоты зерна; ВМ1, ВМ2 - исполнительные механизмы.

Рисунок 1.4 - Функциональная схема автоматической системы регулирования подачи зерна с учетом его изначальной чистоты

Более совершенной является система управления подачей массы в машину при корректировке подачи с помощью анализатора чистоты зерна после его очистки (рисунок 1.5).

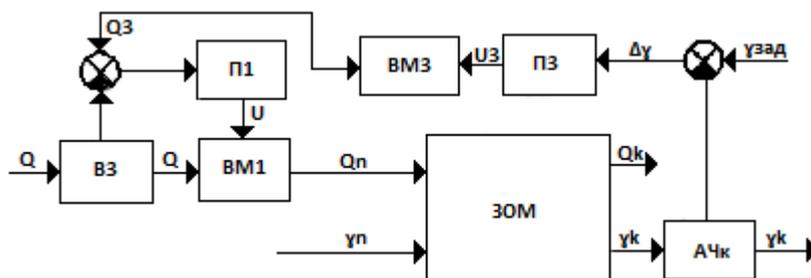


Рисунок 1.5 - Функциональная схема автоматической системы регулирования подачи зерна с учетом его конечной чистоты

Принцип действия подсистемы определения чистоты зерн выглядит следующим образом. С помощью пробоотборника поток зерна поступает на весоизмеритель проб. При достижении пробоа определенной массы отборник исключается и включается сепаратор. После окончания заданного времени сепарации проба снова взвешивается и сравнивается с пробой кондиционного зерна. В зависимости от разницы массы проб приводится в действие шаговый двигатель, который изменяет положение задатчика регулятора загрузки.

Кроме указанных систем автоматического управления на заготовительных предприятиях, в которые входят машины для очистки зерна, широко применяют различные автоматические устройства для систем контроля.

1.4 Анализ существующих конструкций пневматических сепараторов

Для разделения зернового материала могут быть использованы специальные машины, которые производят разделение на фракции по аэродинамическим свойствам, удельному весу, характеру поверхности и т.д. Сегодня на рынке агротехники представлены машины для предварительной очистки зер-

на высокой производительности. По характеру переработки зерноочистительные машины разделяют на три основные группы: ворохоочистители, применяются для первичной очистки зернового вороха, который поступает от комбайнов; сортировальные установки для получения семенного посевного материала и продовольственного зерна; специальные механизмы (свекловичные горки, электромагнитные очистки, пневматические сортировальные столы и др.).

К первой системе относятся агрегаты, которые обычно выполнены из воздушной и решётной системы или только из одной пневмосепарирующей части. С помощью таких агрегатов можно проводить первичную очистку зерна материала.

Ко второй системе относятся агрегаты, в которых зерновой продукт обрабатывается с помощью воздушного потока, на решетных станах и в триерах. Эти агрегаты называют сложными или комбинированными. Они повторно очищают зерновой материал и сортируют его. К этой группе относятся также универсальные триерные агрегаты.

Зерноочистительные агрегаты разделяются на стационарные и передвижные, которые перемещаются по перерабатываемому пункту во время работы по переработке зерна от собственного двигателя (самопередвижные) или внешним источником силы тяги. Стационарные агрегаты используются в основном в зерноочистительных пунктах.

По назначению зерноочистительные агрегаты разделяются на две группы:

- общего назначения и специального.

Машины общего назначения используются для первичной и вторичной очистки и сортирования семян зерновых, технических, бобовых культур и трав.

Машины специального назначения (электромагнитные, пневматические сортировальные столы и т. п.) применяются для дополнительной и специальной доработки зернового материала.

По принципу действия и составу рабочего механизма ашины общего назначения бывают четырех видов: воздушные, воздушно-решетные, триерные и воздушно-решетно-триерные.

Воздушно-решетные машины используются для предварительной обработки и частичного сортирования зернового материала после обмолота комбайнами и молотилками. Основными рабочими механизмами таких устройств являются - решетная и воздушная части. Кроме того, они применяют устройства для загрузки зернового материала.

Воздушно-решетно-триерные - сложные конструкции, которые используются для очистки и сортирования семян зерновых, зернобобовых, технических и других культур, предназначенных для посева и продовольственных целей. Основными рабочими механизмами таких агрегатов являются - триеры и воздушно-очистительное устройство, а также система загрузки и выгрузки семян.

По способу передвижения такие установки бывают стационарными или передвижными. Последние имеют собственный двигатель, тогда их называют самопередвижными.

Производительность воздушных зерноочистительных машин составляет 10...20 т/ч, воздушно-решетных — 1,25...2,0 т/ч, триерных — 1,25...10 т/ч, воздушно-решетно-триерных — 3,75...4,5 т/ч. Меньшие значения соответствуют обработке семенного материала, большие — обработке продовольственного зерна и первичной очистке семенного материала.

Исходя из анализов литературных источников, следует отметить, что разработанная машина для предварительной очистки зерна должна соответствовать следующим требованиям:

При заданных параметрах производительности, засоренности и допустимом количестве отходов за один пропуск машина должна давать очищенные семена, отвечающие требованиям к посевному или продовольственному зерну.

Рабочие механизмы таких установок не должны повреждать очищаемое и сортируемое зерно.

Машина должна быть универсальной, то есть приспособленной для очистки и сортирования семян различных культур.

Машина должна быть удобной в эксплуатации, легко регулироваться, быть безопасной в работе и обеспечивать нормы санитарии.

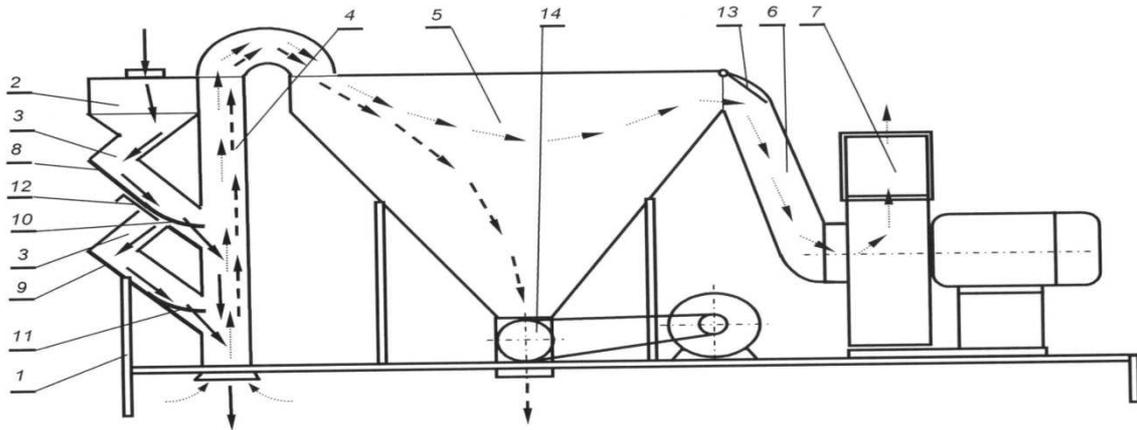
При предварительной очистке потери зерна в отходах должны быть не более 0,05 %, дробление - 0,1 %, а полнота выделения сорной примеси – не ниже 50 %. При первичной очистке потери полноценного зерна должны быть не более 1,5 % в фуражных отходах и 0,05 % в примесях, дробление - не более 1%, полнота выделения сорных примесей - не ниже 60 %. При вторичной очистке потери семян основной культуры в отходах должны быть не более 7 %, дробление - не более 0,8 %. Вторичная очистка должна обеспечить подготовку семян II и I классов посевного стандарта, при которых чистота семян составляет соответственно 98 и 99 %, а всхожесть — 90 и 95 %.

Проведём анализ существующих машин для послеуборочной очистки зерна:

1.4.1 Пневматический сепаратор (RU 2 525 265 C1)

Пневмосепаратор работает следующим образом. Исходное зерно из приемной камеры 2 перемещается по зигзагообразному зерновому каналу 3. В процессе движения по зигзагообразному каналу 3 вследствие переменного ускорения и ударов об элементы зигзагообразного канала 3 зерновой поток разрыхляется. Повышается его текучесть, вследствие чего отдельные легкие частицы (соломистые частицы, полова, щуплые легковесные зерна) как бы «всплывают». При перемещении зерна по верхней скатной доске 8 эти частицы концентрируются в верхнем слое зернового потока. С верхней скатной доски 8 зерновой поток поступает на верхнюю пальцевую решетку 10. Крупные легкие частицы ЛК и вместе с ними часть мелких легких частиц верхнего слоя зернового потока перемещаются по верхней пальцевой решетке

10, сходят с нее в верхнее окно воздушного канала 4 и выносятся воздушным потоком в осадочную камеру 5. Остальные мелкие легкие частицы ЛМ и другие компоненты верхнего слоя зернового потока проходят между пальцами 16 верхней пальцевой решетки 10 и также поступают в верхнее окно воздушного канала.



1 - рама конструкции; 2 - приемная часть; 3 – канал в форме зигзага; 4 - воздушная система; 5 - осадочная камера; 6 – воздухопровод; 7 – вентилятор; 8 - верхняя скатная доска; 9 - нижняя скатная доска; 10 - верхняя пальцевая решетка; 11 - нижняя пальцевая решетка; 12 - заслонка для распределения зерна между верхним и нижним окнами воздушного канала; 13 - заслонка для регулирования воздушного потока; 14 - шнек для вывода легких частиц из осадочной камеры.

Рисунок 1.6 - Пневматический сепаратор (RU 2 525 265 C1)

В воздушном канале 4 мелкие легкие частицы ЛМ выносятся воздушным потоком в осадочную камеру 5, а более тяжелые компоненты (обработанное зерно) под действием силы тяжести опускаются вниз и выводятся из воздушного канала 4.

Остальная часть зернового потока проходит в окно верхней скатной доски 8, регулируемое заслонкой 12, и поступает по зигзагообразному зерновому каналу 3 по нижней скатной доске 9 через нижнюю пальцевую решетку 11 в нижнее окно воздушного канала. Проходя через нижнюю пальцевую решетку 11, зерновой поток дополнительно разрыхляется и в виде веера поступает в воздушный канал 4. В воздушном канале 4 легкие частицы ЛМ из зернового потока выносятся в осадочную камеру 5, а более тяжелые

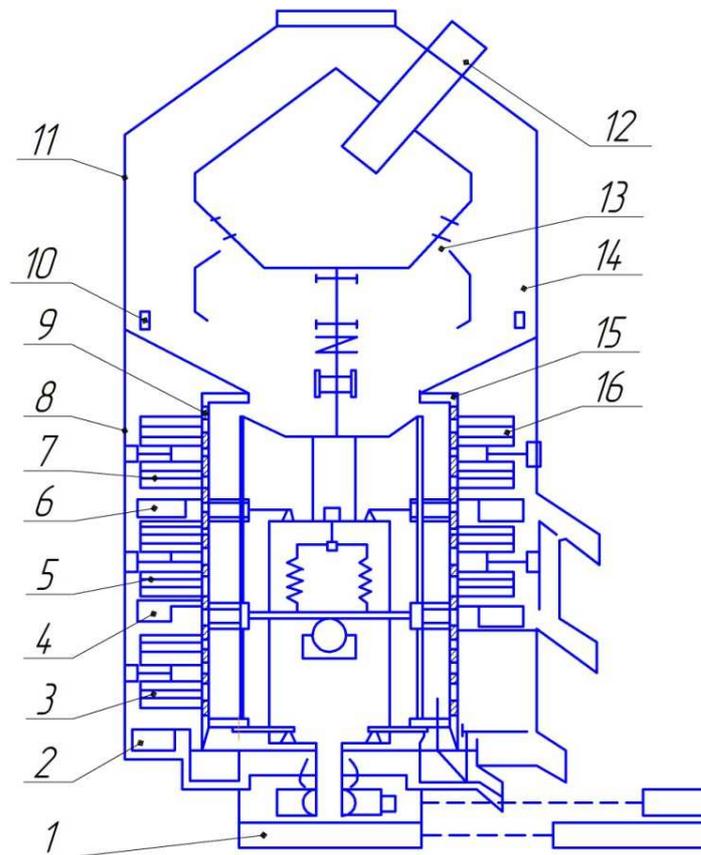
компоненты (обработанное зерно) под действием силы тяжести опускаются вниз и выводятся из воздушного канала 4.

Благодаря каскадной схеме передвижения зерна в зигзагообразной зерновой системе 3 обеспечивается равномерная распределение перерабатываемого зерна в воздушный канал 4 по длине его поперечного сечения и по времени. За счет сопротивления перемещению воздуха в зигзагообразном зерновом канале 3 и приемной камере 2 герметизируется воздушный канал 4. Исключение питателей ведет к упрощению конструкции, уменьшению стоимости пневмосепаратора и повышению его надежности.

Вследствие переразделения потока перерабатываемого зерна легкие частицы направляются в воздушный канал 4 выше, чем остальные компоненты, что создает лучшие условия для выноса легких частиц из воздушного канала 4 в осадочную камеру 5, чем в устройстве-прототипе.

1.4.2 Машина первично-вторичной очистки зерна МЗП-25

Машина первично-вторичной очистки зерна МЗП-25/10 состоит из решетного центробежно-вибрационного блока, установленного на раме, и пневмосистемы с кольцевым аспирационным каналом, устанавливаемой на воздушно-решетный блок.



1-вибратор; 2,4,6-лопатки;3-решето Б; 5-решето Г; 7-резиновый очиститель; 8-корпус; 9-решётка В; 10-ответвления для забора воздуха; 11,12-внутренняя и наружная стенка аспирационного канала;13-загрузочное устройство; 14-распределитель зерна; 15-аспирационный канал; 16-дисковый питатель; 17-щёточный очиститель.

Рисунок 1.7 - Машина первично-вторичной очистки зерна МЗП-25

Очистка отверстий решет производится цилиндрическими очистителями 7, 17, которые шарнирно закреплены на корпусе 8 решетного блока. Для очистки отверстий верхнего 9 и среднего 5 решет применяются по два комбинированных очистителя, содержащих резиновые диски и капроновые щетки. Отверстия нижнего решета очищаются одним очистителем с резиновыми дисками. Пневмосистема закреплена на корпусе решетного блока при помощи двенадцати болтов М8, соединяющих опорное кольцо корпуса пневмосистемы с приваренными к корпусу решетного блока стойками.

Переработка исходного материала в конструкции происходит по следующей схеме. Продукт через загрузочный патрубок 13 направляется на распределитель 14, который равномерно направляет её в кольцевой

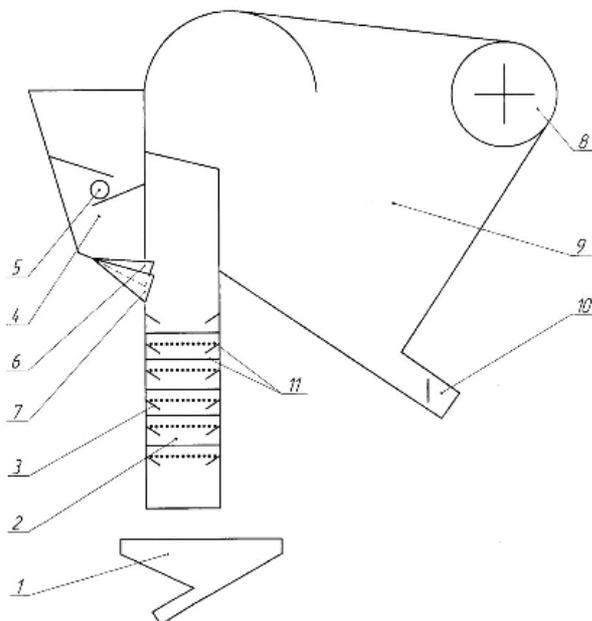
аспирационный канал 15. Через технологические отверстия 10 между решетным блоком и пневмосистемой, закрытые сеткой для предотвращения потерь очищаемой культуры, в канал 15 подается чистый воздух. Легкие примеси разделяются в канале и выгружаются с воздушным потоком. Далее зерно по конусу 16 направляется в дисковый питатель 18, который отбрасывает материал на решето В (9). Благодаря вращению решетного барабана вокруг вертикальной оси зерновая смесь прижимается к внутренней поверхности решета и перемещается по решету сверху вниз. Вертикальные колебания барабана способствуют прохождению мелкой фракции через отверстия решет. Мелкие частицы двигаются через отверстие решетки В и лопастями 6 передвигаются к выходному отверстию (I), а очищаемый материал передвигается на сортировальное решето Г (5). Щуплые, часть дробленого зерна, передвигаясь через отверстие решета, лопатками 4 передвигаются к выходному отверстию (II). Материал с крупными примесями сходом движется на решето Б (3), где чистое зерно проходит через отверстия, направляется на лопатки 2 и выгружается из машины через выходное отверстие (III), а крупные примеси идут сходом с нижнего решета Б к выходе (IV).

Недостатками данной конструкции являются сложность конструкции, трудность в обслуживании и большие затраты на электроэнергию.

1.4.3 Пневматический сортировщик (патент № 2515101) используется для сортированию семян сельскохозяйственных культур.

Предлагаемый пневматический сортировщик работает следующим образом. Сортируемый материал питающим валиком 5 по желобам 6 и 7 подается отдельными струями в вертикальный пневматический канал 2. В вертикальном пневматическом канале 2 благодаря наличию струн 11 происходит закручивание частиц материала относительно своего центра тяжести, что обеспечивает приближение усредненного миделевого сечения

частиц к миделеву сечению шаровидной частицы, а впоследствии качественное разделение материала по аэродинамическим свойствам на "тяжелую" и "легкую" фракции, более равномерное распределение частиц по каналу так же повышает качество разделения сортируемого материала.



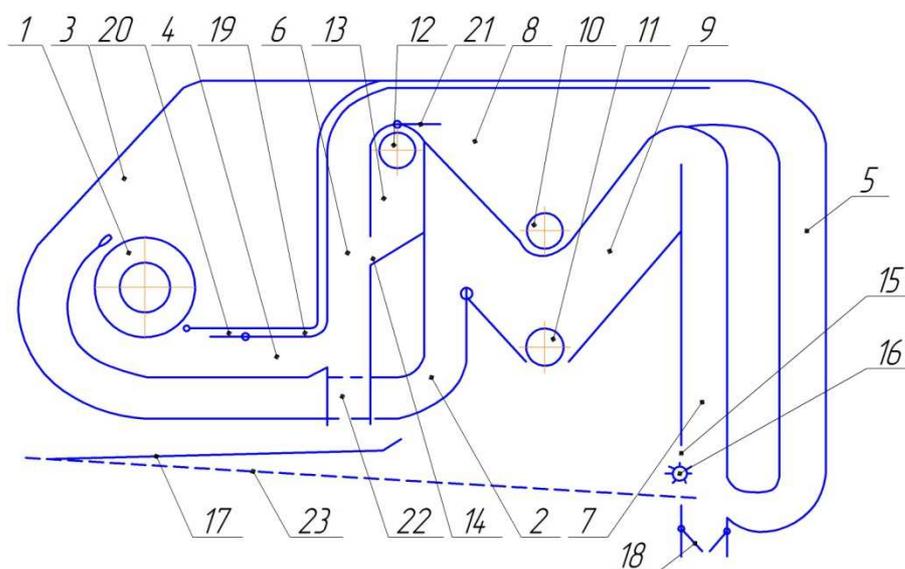
1 – сборник тяжёлой фракции; 2 – вертикальный канал; 3 – пластина; 4 – загрузочное устройство; 5 – валик; 6 – верхний ярус; 7 – нижний ярус; 8 - вентилятор; 9 - отстойная камера; 10 – сборник; 11 – струны.

Рисунок 1.8 – Схема пневматического сортировщика (патент № 2515101)

Частицы "тяжелой" фракции, преодолевая сопротивление потока воздуха, сходят по каналу вниз в сборник "тяжелой" фракции 1. "Легкие" частицы поднимаются потоком воздуха по каналу вверх и, пройдя вместе с воздухом между струями подаваемого в вертикальный пневматический канал материала, попадают в отстойную камеру 9 и затем в сборник "легкой" фракции 10.

1.4.4 Машина предварительной очистки по патенту 2084295

Пневмосепарирующее устройство зерноочистительной машины, включает диаметральный вентилятор, перепускной и воздухоотводящий каналы и две последовательно соединенные пневмосистемы первичной и вторичной очисток, имеющих по воздухоподводящему каналу, приспособления для регулирования скорости воздушного потока, и по пневмосепарирующему каналу механизм ввода в него обрабатываемого зерна и вывода очищенного зерна и осадочной камере с механизмом вывода из нее осажденных примесей.



1-вентилятор; 2,4,5-воздухоотводящий канал; 3-воздухоотводящая камера; 6,7-пневмосепарирующие каналы; 8,9-осадочные камеры; 10-механизм вывода лёгких примесей; 11-механизм вывода битых и щуплых зёрен; 12-загрузочное приспособление; 13-зернопроводящий канал; 14,15-окна; 16-питающий механизм; 17-лоток; 18-выводящий механизм; 19-перепускной канал; 20,21-регулирующие заслонки; 22-соединительный канал; 23-решётный стан.

Рисунок 1.9 - Машина предварительной очистки по патенту 2084295.

Нижняя часть осадочной камеры пневмосистемы первичной очистки расположена в верхней части осадочной камеры пневмосистемы вторичной очистки, верхняя часть входного сечения воздухоподводящего канала пневмосистемы первичной очистки сообщается с верхней частью входного сечения воздухоподводящего канала пневмосистемы вторичной очистки перепускным каналом, а входное окно диаметрального вентилятора сообщено

с осадочной камерой пневмосистемы вторичной очистки воздухоотводящим каналом, который в месте пересечения с концевой частью пневмосепарирующего канала пневмосистемы первичной очистки выполнен в виде отдельных соединительных каналов.

Пневмосистема зерноочистительной машины работает следующим образом. От диаметрального вентилятора 1 поток воздуха по воздухоподводящему каналу 4 подается в пневмосепарирующий канал 6, а подлежащий очистке зерновой материал загрузочным приспособлением 12 вводится в зерноподводящий канал 13 и из него через окно 14 поступает в пневмосепарирующий канал 6. В последнем из зернового материала выделяются легкие примеси и потоком воздуха перемещаются в осадочную камеру 8, осаждаются в ней, а затем механизмом вывода легких примесей 10 отводятся наружу. Зерновой материал, очищенный от легких примесей, по лотку 17 выводится на решетчатую часть 23, обрабатывается ею, а после этого питающим механизмом 16 через окно 15 подается в пневмосепарирующий канал 7, где зерновой материал подвергается воздействию потока воздуха, поступающего из осадочной камеры 8 и перепускного канала 19. При этом щуплое и дробленое зерно, не выделенное из зернового материала в пневмосепарирующем канале 6 и решетчатой части 23, выносится в осадочную камеру 9, осаждается в ней, а затем механизмом вывода битых и щуплых зерен и примесей 11 выносится за пределы пневмосистемы. Очищенное зерно из пневмосепарирующего канала 7 выводимым механизмом 18 отводится наружу. Воздух, очищенный от примесей в осадочной камере 9, поступает в воздухоотводящий канал 2, а из него в воздухоподводящую камеру 3. Из последней он подводится к диаметральному вентилятору 1 для последующего использования в технологическом процессе обработки зернового материала.

Недостатки: Сложность конструкции. Сложность обслуживания. Большие затраты на электроэнергию.

1.4.5 Пневмосепарирующее устройство зерно- и семяочистительной машины по патенту № 2460592

Конструкция относится к устройствам для очистки зерна и семян различных сельскохозяйственных культур с помощью воздушного потока и может быть использовано в сельском хозяйстве и элеваторной промышленности.

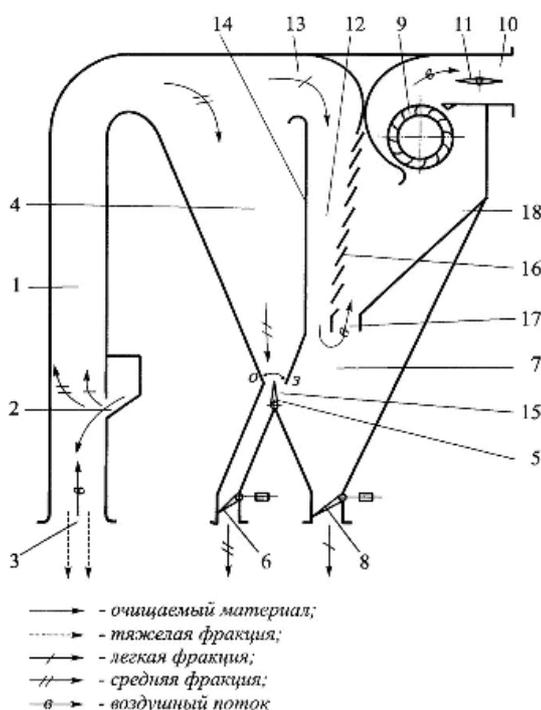


Рисунок 1.10 - Пневмосепарирующее устройство зерно- и семяочистительной машины по патенту № 2460592

Пневмосепарирующее устройство зерно- и семяочистительной машины работает следующим образом.

Перерабатываемый продукт устройством 2 ввода направляется в пневмосепарирующий канал 1, где продувается воздушным потоком, создаваемым диаметральной вентилятором 9. Легкие примеси, щуплые и поврежденные семена основной культуры (легкая и средняя фракции) поднимаются вверх и поступают в разделительную камеру 4, а тяжелые полноценные семена (тяжелая фракция) устройством 3 выводятся наружу.

При работе устройства в режиме фракционирования переключатель 5 переводится в положение "3", закрывающее перепускное окно 15, а скорость воздушного потока в пневмосепарирующем канале 1 устанавливается регулятором 11 такой, чтобы выделялись щуплые и поврежденные семена основной культуры. В этом варианте при движении потока с примесями в горизонтальном направлении средняя фракция осаждается в разделительной камере 4 и выводится устройством 6 наружу, а легкая фракция с воздушным потоком поступает в инерционный пылеуловитель 12, где отделяется сначала в жалюзийном 16, а затем в противоточном 17 очистителях и собирается в нижней части осадительной камеры 7, откуда удаляется устройством 8 наружу. Очищенный воздушный поток из воздухоотводящей камеры 18 отсасывается диаметральной вентилятором 9 и выбрасывается через выходной патрубок 10 в атмосферу.

1.4.6 Сепаратор зерновой смеси по патенту №2503169

Конструкция машины содержит приёмное устройство 1, которое связано через окно 2 с сепарирующим каналом 3, сообщенным верхней частью с камерой 4 приема легких примесей. В верхней части камеры 4 приема легких примесей установлен диаметральный вентилятор 5. Нагнетательный патрубок вентилятора 5 посредством воздухоподводящего капала 6 соединен с нижней частью сепарирующего канала 3, в которой расположено устройство 7 вывода очищенного зерна. В воздухоподводящем канале 6 расположена дроссельная заслонка 8. В нижней части сепарирующего канала 3 установлен ленточный шнек 9. Под шнеком 9 коаксиально расположено решето 10.

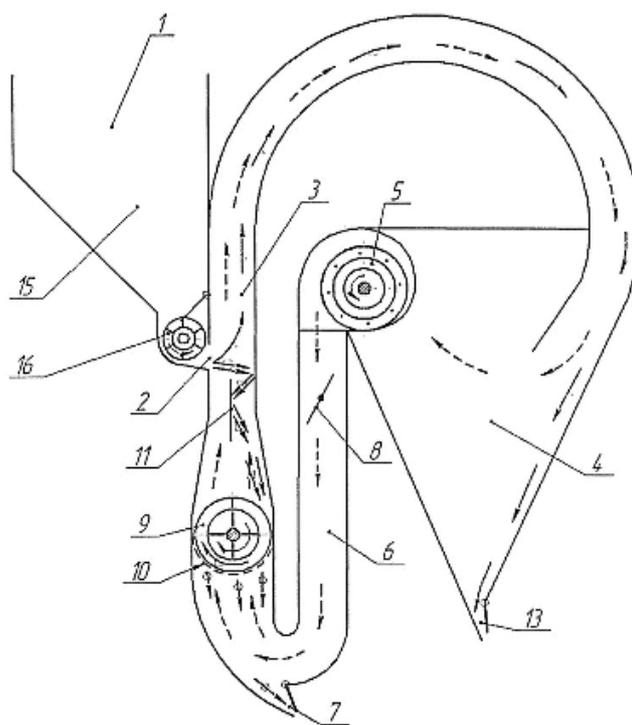


Рисунок 1.11 - Сепаратор зерновой смеси по патенту №2503169

Сепаратор зернового вороха работает следующим образом.

Зерновая смесь из бункера 15 приемно-загрузочного устройства 1 посредством питателя 16 вбрасывается через окно 2 в сепарирующий канал 3. Восходящий воздушный поток, создаваемый диаметральной вентилятором 5, продувает зерновую смесь. Легкие частицы увлекаются воздухом вверх и, пройдя через верхнюю часть сепарирующего канала 3, попадают в камеру 4 приема легких примесей. Так как поперечное сечение камеры 4 приема легких примесей в несколько раз больше поперечного сечения верхней части сепарирующего канала 3, то скорость воздуха резко снижается, легкие частицы при этом опускаются на дно камеры 4 и попадают в устройство 13 вывода легких примесей. Оставшийся обрабатываемый материал вместе с крупными примесями, имеющими скорость витания большую, чем скорость воздуха в сепарирующем канале 3, отражаясь от стенки канала 3 и направляющего элемента 11, поступает на продольную сторону решета 10, расположенную первой по ходу вращения ленточного шнека 9, а затем перемещается по нему ленточным шнеком 9, размещаясь тонким слоем. Так

как шнек 9 установлен в нижней части сепарирующего канала 3, площадь сечения которого в области установки шнека 9 больше площади сечения верхней части, то скорость воздуха над решетом 10 снижается, обеспечивая опускание обрабатываемого материала на решето 10. При этом скорость воздуха в отверстиях решета 10 становится выше скорости витания соломистой фракции обрабатываемого материала, но ниже скорости витания зерна, обеспечивая проход последнего через отверстия решета 10. Скорость воздушного потока регулируется при помощи дроссельной заслонки 8. При перемещении материала по решету 10 через отверстия проходит обрабатываемый материал, а крупные примеси идут сходом с решета и поступают в устройство 14 вывода крупных примесей. Зерно, прошедшее через решето 10, поступает в устройство 7 вывода очищенного зерна.

1.4.7 Пневмосепаратор по патенту №2392065

Изобретение относится к машиностроению и может быть использовано в сельскохозяйственном производстве.

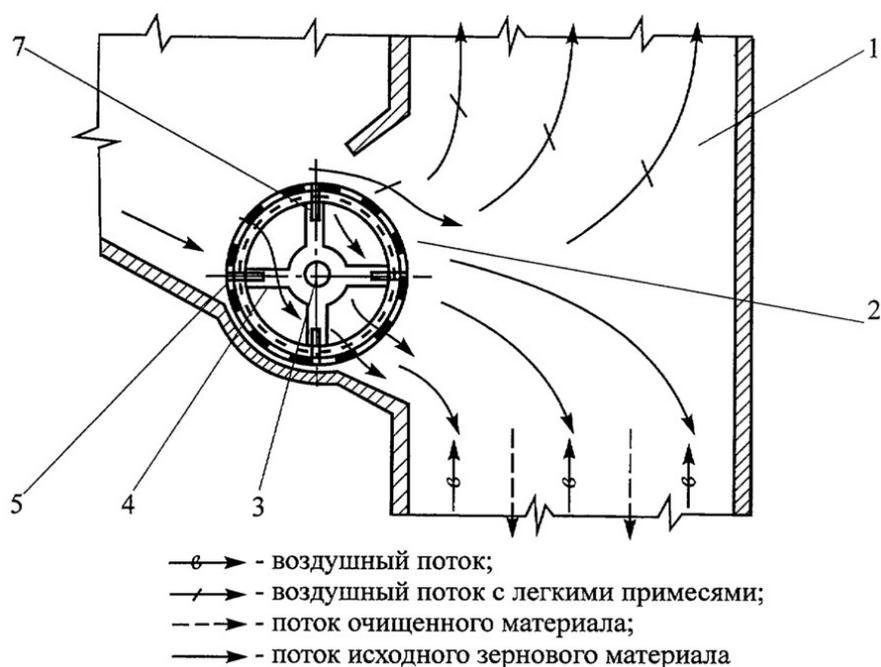


Рисунок 1.12 - Пневмосепаратор по патенту №2392065

Пневмосепаратор работает следующим образом.

Очищаемый зерновой материал поступает к питателю 5, вращающемуся на двух полуосях 3. Зерно и мелкие отходы двигаются через решетчатую поверхность питателя 5 во внутреннюю полую ее часть 8, где подвергаются воздействию гребенчато-планчатых рассекателей-ворошителей 7, и, пройдя сквозь решето, равномерно через окно 2 распределяются в пневмосепарирующем канале 1. В то же время солома до ввода её в пневмосепарирующий канал 1 выделяются на решетчатой поверхностью питателя 5 и подаются в пневмосепарирующий канал 1 выше зоны равномерного поступления зерна и мелких примесей, облегчая процесс выноса легких примесей воздушным потоком. В пневмосепарирующем канале 1 восходящим воздушным потоком выделяются легкие примеси, поднимаются вверх и удаляются в отходы. Очищенный материал от примесей под действием силы тяжести выводится через нижнее сечение пневмосепарирующего канала 1 наружу.

1.4.8 Пневмосепаратор по патенту №2462319

Изобретение относится к способам и устройствам для воздушной сепарации сыпучих материалов и комбикормовом производстве, а также при производстве строительных материалов, в пищевой, химической, угольной промышленности для обогащения угля и в других отраслях народного хозяйства. Способ сепарации сыпучей смеси в текучей среде заключается в гравитационной подаче частиц, аэродинамическом монотонно растущем воздействии на них под острым углом к вертикали каскадом плоских струй и выводе готовых фракций. Перед аэродинамическим воздействием на частицы смеси течение каждой струи переводят в режим развитой турбулентности путем расширения их по вертикали до слияния друг с другом со сбойной или близкой к ней формой течения и образованием в начале каждого межструйного пространства всех смежных струй двух циркуляционных зон -

верхней и нижней - отличных по размерам. Перед формированием циркуляционных зон осуществляют резкое изменение направления течения струй из вертикального на почти горизонтальное с последующим их сжатием по вертикали. Способ осуществляют с помощью устройства, содержащего бункер с вибрлотком, установленный под ним генератор с расположенными одна под другой и под острым углом к вертикали жесткими стенками, шаг и ширина расположения которых увеличивается сверху донизу, связанный с источником подачи воздуха под давлением и охваченный боковыми стенками, а также сборники фракций. Конец каждой жесткой стенки по всей ее длине снабжен расположенной к ней под углом дополнительной стенкой, ширина которой меньше расстояния между смежной сверху жесткой стенкой, которые расположены со сдвигом по горизонтали, с образованием зазора относительно нижней жесткой стенки и камеры поворота воздушного потока на входе в зазор. Камеры поворота и зазоры увеличиваются сверху книзу. Технический результат - повышение эффективности и производительности процесса сепарации, а также упрощение конструкции устройства и технологии сепарации.

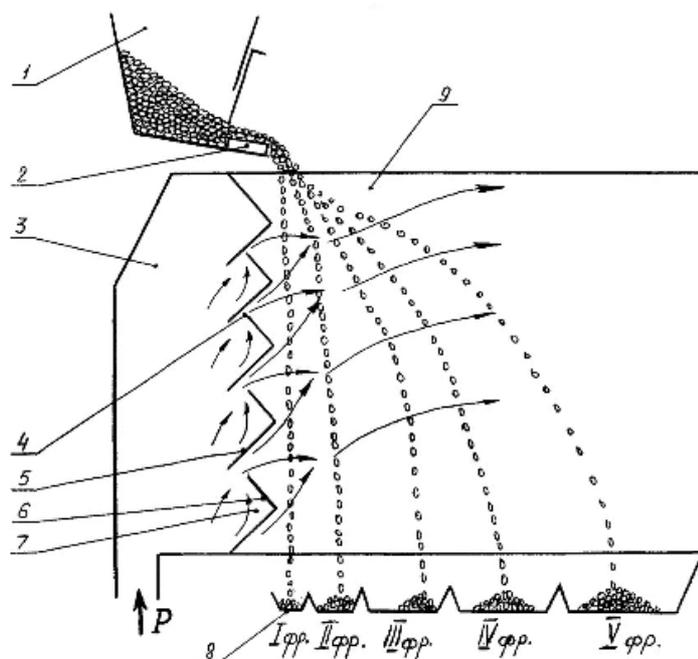


Рисунок 1.13 - Пневмосепаратор по патенту №2462319

Сепаратор работает следующим образом. В полости генератора 3 под действием источника подачи воздуха возникает воздушный поток. При попадании его в камеры поворота 7 формируются воздушные струи с резко измененным направлением движения, которые выходят сквозь щелевые отверстия 4. Сыпучая смесь из бункера 1 с помощью виброротка 2 под действием сил гравитации проходит сквозь образовавшийся каскад струй, в процессе чего происходит очистка смеси от посторонних примесей и разделение ее частиц на фракции, после чего разделенные частицы опускаются в соответствующие сборники фракций 8.

Существенное отличие предложенного способа сепарации сыпучей смеси в текучей среде и, соответственно, устройства для его осуществления от других известных решений в данной отрасли заключается в образовании в зоне турбулизации, в результате резкого изменения направления воздушных струй, дополнительной циркуляционной зоны, способной, в свою очередь, индуцировать зоны микровихрей и именно так увеличивать мощность и повышать стабильность турбулентного режима работы каскада воздушных струй. Указанное отличие обеспечивает высокое качество процесса сепарации и, одновременно, существенное упрощение конструкции устройства. Ни один из известных способов сепарации сыпучей смеси в текучей среде не может одновременно обладать всеми перечисленными свойствами, поскольку вообще не предусматривают механического воздействия на направление движения воздушных струй, увеличения зоны турбулизации, в частности, путем образования дополнительной циркуляционной зоны и автоматического возникновения зон индуцирования микровихрей.

1.4.9 Пневмосепаратор по патенту №2393030

Изобретение относится к зерноочистительным машинам и предназначено для использования в сельскохозяйственном производстве, агропромышленном комплексе, в мукомольно-элеваторной и комбикормовой промышленности.

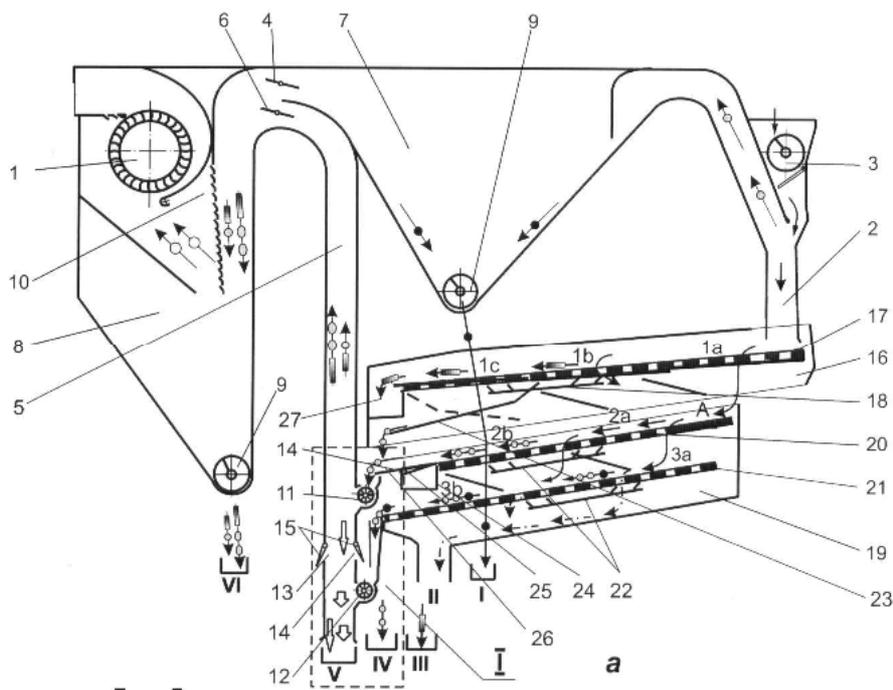


Рисунок 1.14 - Пневмосепаратор по патенту №2393030

Пневмосепаратор состоит из загрузочного приспособления 1, проходящего внутри полого вала 11 вентилятора 2, пневмосепарирующего канала 3, датчика потерь зерна 4, размещенного на стенке 5 осадочной камеры 9, регулятора скорости воздуха 5, расходомера зерна 8 размещенного на распределительном устройстве 7 ввода зерна в пневмосепарирующий канал, электродвигателя 8 привода вентилятора.

Пневмосепаратор работает следующим образом. Зерновой материал, поступающий в загрузочное приспособление 1, подается через полый вал 11 вентилятора 2 на распределительное устройство 7 ввода зерна в пневмосепарирующий канал 3. Датчик расхода зерна 8, расположенный на устройстве 7 ввода зерна в пневмосепарирующий канал фиксирует величину подачи зерна в пневмосепаратор. Из зернового материала в пневмосепарирующем канале 3 восходящий поток воздуха выделяет легкие примеси, а зерновой материал выводится через нижнюю часть пневмосепарирующего канала 3 из машины. Воздух с легкими примесями в верхней части пневмосепарирующего канала 3 попадает в межлопаточные каналы колеса вентилятора 2, закручивается лопатками и под действием

центробежных сил отводится к наружной стенке 5 осадочной камеры 9. Легкие примеси по спирали вдоль наружной стенки 5 опускаются в нижнюю часть осадочной камеры 9 и выводятся из машины, а воздух возвращается через кольцевое окно между осадочной камерой 9 и пневмосепарирующим каналом 3 в зону очистки зернового материала.

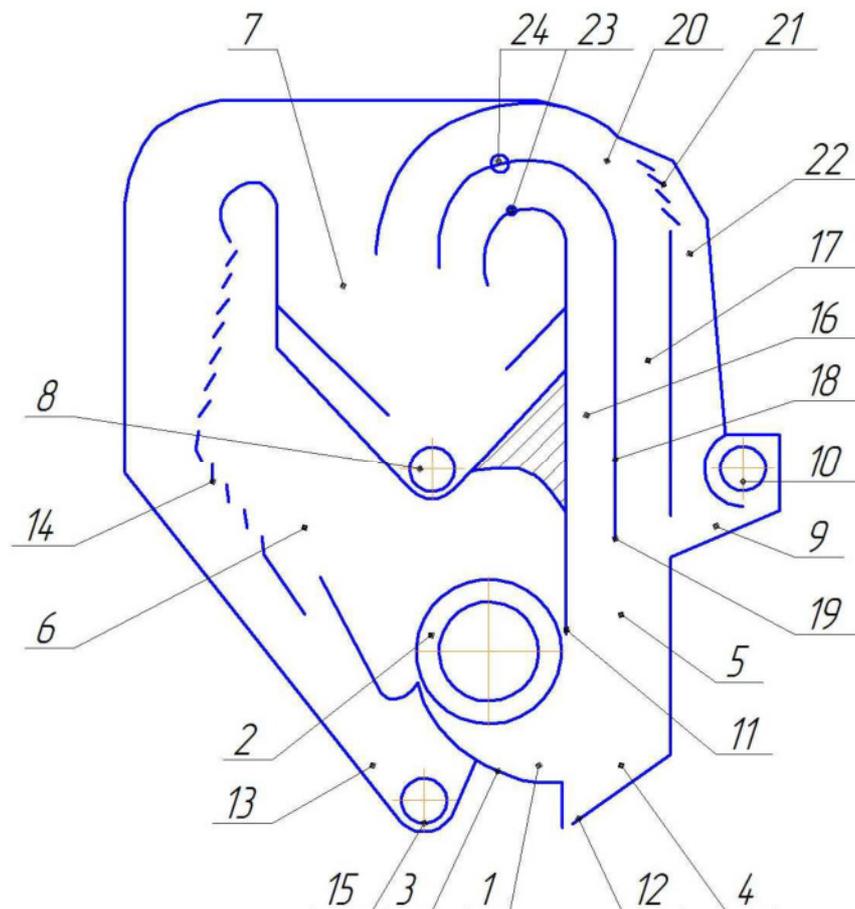
При скорости воздуха выше некоторого предельного значения вместе с легкими примесями начинают выноситься семена очищаемой культуры, которые, поднявшись вверх по пневмосепарирующему каналу 3, ускоряются лопатками вентилятора 2. Это приводит к соударению семян о стенку 5 осадочной камеры 9, где расположен датчик потерь зерна 4, фиксирующий импульсы соударения.

1.4.10. Рассмотрим замкнутый пневматический сепаратор зерновых смесей (патент № 2400053).

Предназначен для разделения сыпучих материалов с помощью воздушных потоков и может быть использовано в сельскохозяйственном производстве для очистки и сортировки зерна.

Замкнутый пневматический сепаратор зерновых смесей состоит из диаметрального вентилятора 1, имеющего лопаточное колесо 2, корпус 3 и нагнетательный патрубок 4, пневмосепарирующего 5 и воздухоподводящего 6 каналов, осадочной камеры 7 с приспособлением 8 вывода легких сорных примесей. На наружной стенке пневмосепарирующего канала 5 выполнено загрузочное окно 9, в котором установлено питающее устройство 10. Часть колеса 2 вентилятора 1 со стороны пневмосепарирующего канала 5 перекрыта сеткой 11. На наружной поверхности нагнетательного патрубка 4, являющегося продолжением корпуса 3 диаметрального вентилятора 1, имеется окно 12, образующее устройство вывода очищенного зерна. Воздухоподводящий канал 6 сообщен с выходом осадочной камеры 7, через пылеотделитель 13, смежная с воздухоподводящим стенка 14 которого выполнена жалюзийной, а в нижней части пылеотделителя 13 расположено

выгрузное устройство 15. Пневмосепарирующий канал 5 разделен на основной 16 и дополнительный 17 пневмосепарирующие каналы плоской стенкой 18, имеющей на своей кромке, расположенной напротив загрузочного окна 9, шарнирно закрепленную распределительную заслонку 19. Отвод 20 дополнительного пневмосепарирующего канала 17 через жалюзийное окно 21 сообщен с загрузочным окном 9 посредством пылеотводящего канала 22. В отводах каналов 16 и 17 установлены регулировочные заслонки 23 и 24.



1 – вентилятор; 2 – лопаточное колесо; 3 – корпус; 4 – нагнетательный патрубок; 5 – пневмосепарирующий канал; 6 – воздухоподводящий канал; 7 – осадочная камера; 8 – приспособление вывода легких сорных примесей; 9 – загрузочное окно; 10 – питающее устройство; 11 – сетка; 12 – окно; 13 – пылеотделитель; 14 – жалюзийная стенка; 15 – выгрузное устройство; 16 – основной пневмосепарирующий канал; 17 – дополнительный пневмосепарирующий канал; 18 – стенка; 19 – распределительная заслонка; 20 – отвод дополнительного канала; 21 – жалюзийное окно; 22 – пылеотводящий канал; 23, 24 – регулировочные заслонки.

Рисунок 1.15 – Схема замкнутого пневматического сепаратора зерновых смесей (патент № 2400053).

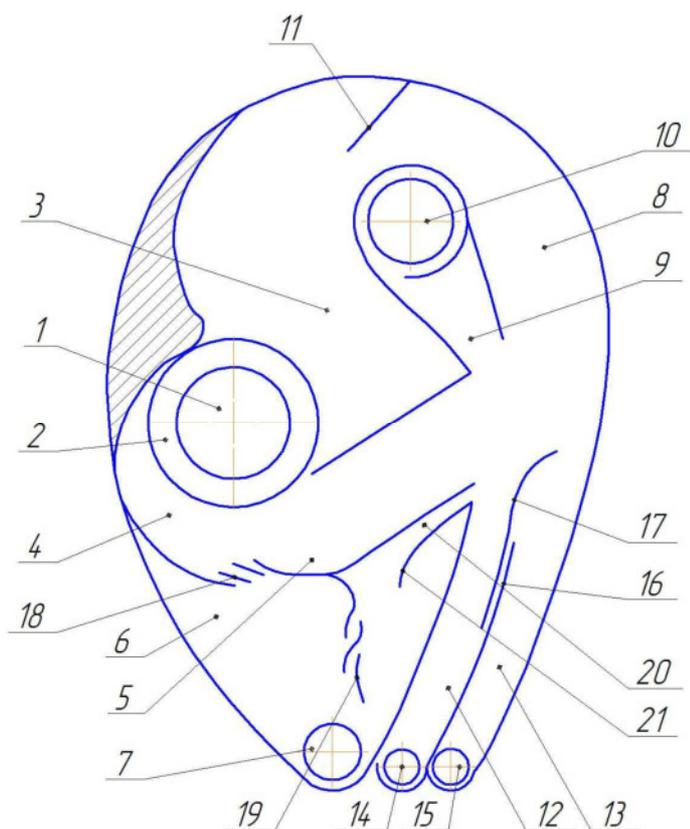
Замкнутый пневматический сепаратор зерновых смесей работает следующим образом.

Воздух, забираемый из воздухоподводящего канала 6 колесом 2 диаметрального вентилятора 1, из нагнетательного патрубка 4 поступает в пневмосепарирующий канал 5. Очищаемый зерновой материал через загрузочное окно 9 питающим устройством 10 вводится в пневмосепарирующий канал 5, из которого легкие примеси восходящим потоком воздуха по основному 16 и дополнительному 17 пневмосепарирующим каналам, а также запыленный воздух из загрузочного окна 9 попылеотводящему каналу 22 через жалюзийное окно 21 и отвод 20 дополнительного канала 17 выносятся в осадочную камеру 7, осаждаются в ней и приспособлением 8 выводятся за пределы пневмосепаратора. Воздушный поток с пылью, выходящий из осадочной камеры 7, поступает в пылеотделитель 13, где очищенный от пыли воздух отсекается жалюзийной стенкой 14 и направляется в воздухоподводящий канал 6 для повторного технологического использования вентилятором 1, а осажденная пыль выгрузным устройством 15 выводится за пределы пневмосепаратора. Часть очищенного зерна сходит по сетке 11, которая предотвращает травмирование лопатками колеса 2 очищенного зерна, способствует дополнительному ожижению воздушным потоком зерна и выделению из него остаточных легких и пылевидных примесей. Очищенное зерно через окно 12 выводится наружу. Скорость воздуха в основном 16 и дополнительном 17 пневмосепарирующих каналах устанавливается регулировочными заслонками 23 и 24 таким образом, чтобы исключить вынос зерна в осадочную камеру 7. Распределение соотношения количества зерна по плотности его струи, подлежащего очистке в основном 16 и дополнительном 17 пневмосепарирующих каналах и,

следовательно, соотношение в них расхода воздуха устанавливается распределительной заслонкой 19.

Недостатком данного пневмосепаратора является выброс запыленного воздуха из осадочной камеры в окружающую атмосферу, что ухудшает санитарно – гигиеническую обстановку вокруг машины и создает тяжелые условия работы обслуживающему персоналу.

Замкнутый пневматический сепаратор зерновых смесей (патент № 2279933) используется для послеуборочной обработки зерна и для получения семенного материала.



1 – вентилятор; 2 – колесо вентилятора; 3 – всасывающий патрубков; 4 – выхлопной диффузор; 5 – воздухоподводящий канал; 6 – осадочная камера; 7 – приспособление вывода легких примесей; 8 – пневмосепарирующий канал; 9 – загрузочное окно; 10 – питающее устройство; 11 – регулирующее устройство; 12 – приемник фракции полновесного зерна; 13 – приемник фуражной фракции; 14,15 – отводные устройства; 16 – стенка; 17 – верхняя часть стенки; 18 – жалюзийное окно; 19 – жалюзийная плоскость; 20 – перепускной канал; 21 – регулятор расхода воздуха.

Рисунок 1.16 – Схема замкнутого пневматического сепаратора зерновых смесей (патент № 2279933).

Замкнутый пневматический сепаратор зерновых смесей состоит из диаметрального вентилятора 1, имеющего колесо 2, всасывающий патрубок 3 и выхлопной диффузор 4, соединенный с воздухоподводящим каналом 5, осадочной камеры 6 с приспособлением 7 вывода легких примесей, наклонного пневмосепарирующего канала 8. Пневмосепарирующий канал 8 в верхней части непосредственно соединен с всасывающим патрубком 3 диаметрального вентилятора 1. На внутренней стенке пневмосепарирующего канала 8 выполнено загрузочное окно 9, в котором установлено питающее устройство 10. В верхней части пневмосепарирующий канал 8 имеет регулирующее устройство 11, а в нижней части – приспособление для вывода очищенного зерна, выполненное в виде приемников 12 и 13 фракции полновесного зерна и фуражной фракции соответственно. Приемники 12 и 13 имеют отводные устройства 14 и 15 и разделены стенкой 16, верхняя часть 17 которой выполнена раздвижной с выпуклой рабочей поверхностью, обращенной по направлению поступления обрабатываемых компонентов зерновой смеси. Осадочная камера 6 сообщается с выхлопным диффузором 4 вентилятора 1 через жалюзийное окно 18, расположенное в зоне его криволинейной стенки. Для более эффективного осаждения легких примесей в осадочной камере 6 установлена жалюзийная плоскость 19. Осадочная камера 6 через перепускной канал 20, имеющий регулятор расхода воздуха 21, соединяется с нижней частью пневмосепарирующего канала 8.

Замкнутый пневматический сепаратор зерновых смесей работает следующим образом.

Воздух, нагнетаемый диаметральным вентилятором 1, по воздухопроводящему каналу 5 поступает в пневмосепарирующий канал 8. Очищаемая зерновая смесь через загрузочное окно 9 питающим устройством 10 вводится в пневмосепарирующий канал 8, из которого легкие примеси восходящим потоком воздуха выносятся через патрубок 3 к вентилятору 1, захватываются его лопатками и, проводя через его ротор, отбрасываются

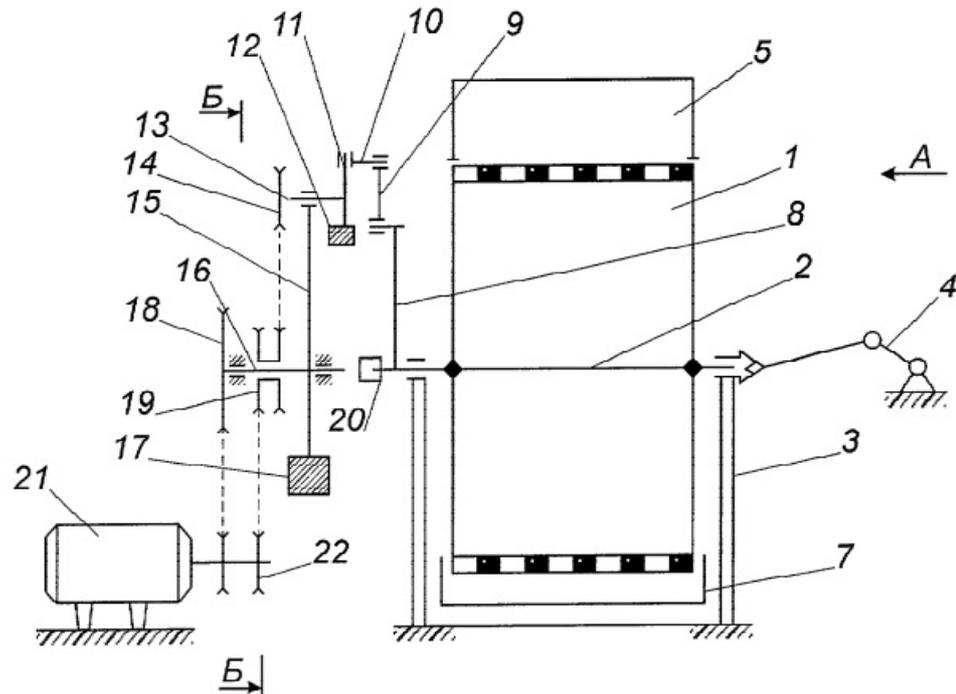
центробежными силами к периферии и, двигаясь по криволинейной стенке выхлопного диффузора 4 вентилятора 1, через входное жалюзийное окно 13 попадают в осадочную камеру 6 вместе с частью воздуха. Основной же поток воздуха, отделенный в выхлопном диффузоре 4 вентилятора 1 входным жалюзийным окном 18 от легких примесей, поступает снова в воздухоподводящий канал 5 для последующих стадий выполнения технологического процесса. В осадочной камере 6 легкие примеси за счет гравитационно-инерционных сил осаждаются и выводятся наружу приспособлением 7. Очищенный от легких примесей воздух из осадочной камеры 6 по перепускному каналу 20 поступает в нижнюю часть пневмосепарирующего канала 8. В пневмосепарирующем канале 8 очищенная от легких сорных примесей зерновая смесь под воздействием воздушного потока перераспределяется и делится на фракции. Полновесные зерна, которым присущи максимальная скорость витания и крутонисходящая траектория движения, выпадают в приемник 12, собираются в нем и отводным устройством 14 выводятся за пределы машины. Щуплые, дробленые и битые зерна, обладающие меньшей скоростью витания, имеют полого падающие траектории движения и выпадают в приемник 13. Часть же щуплого, дробленого и битого зерна, поступившего на выпуклую рабочую поверхность раздвижной части 17 стенки 16, под воздействием воздушного потока, выходящего из осадочной камеры 6 по перепускному каналу 20 в пневмосепарирующий канал 8, также выносятся в приемник 13, чем обеспечивается качество очистки фракции полновесного зерна. Из приемника 13 фуражная фракция аналогично выводится отводным устройством 15 за пределы машины.

Данный замкнутый пневматический сепаратор зерновых смесей имеет довольно длинную и сложную разветвленную сеть, что обуславливает увеличение суммарного сопротивления сети, а это, в свою очередь, повышает затраты энергии при генерировании воздушного потока вентилятором.

Наличие такой длинной воздушной системы увеличивает металлоемкость, усложняет конструкцию и эксплуатацию машины.

Сепаратор (рисунок 1.17) содержит перфорированный барабан 1, жестко закрепленный на валу 2. Вал 2 установлен на вертикальных стойках 3, которые выполнены с возможностью колебаний в плоскости, перпендикулярной валу 2. Барабан 1 через вал 2 соединен с виброприводом 4 осевых колебаний. Над барабаном 1 со смещением от его центра расположен загрузочный бункер 5. Ниже вала 2 со стороны, противоположной бункеру 5, установлен приемник 6 крупных частиц, а под барабаном 1 установлен приемник 7 мелких частиц. Вал 2 жестко соединен с радиальным стержнем 8, через который барабану 1 передается вращательное и круговые движения. Стержень 8 выполнен с возможностью колебаний в плоскости, перпендикулярной валу 2. Такое выполнение прутка 8 позволяет воздействовать на барабан 1 одновременно осевыми и круговыми колебательными движениями при одновременном вращении барабана 1. Пруток 8 соединен с шатуном 9, который при помощи шарниров 10 соединен с кривошипом 11 кривошипно-шатунного механизма круговых колебаний. На кривошипе 11, на конце, противоположном шарнирному соединению 10, расположен противовес 12. Кривошип 11 через вал 13 соединен со шкивом 14 привода круговых колебаний. Вал 13 соединен через пруток 15 с основным приводным валом 16. Пруток 15 установлен перпендикулярно валам 13 и 16. Вал 16 размещен соосно с валом 2 барабана 1. На свободном конце прутка 15 установлен противовес 17. Установка противовесов обеспечивает уравнивание динамических нагрузок механизма привода. На валу 16 закреплен шкив привода 18 и свободно расположен блок шкивов 19. На валу 2 установлена муфта 20, которая может занимать два положения: "Включено" и "Выключено". При первом положении муфты 20 вращательное движение от вала 16 передается на барабан 1 без колебательных круговых движений (при этом механизм привода колебательных круговых движений отключен). При отключенной муфте 20 барабан 1 совершает вращательное и круговые колебательные движения.

Вращательное движение к шкивам 18 и 19 передается от электродвигателя 21 и блока шкивов 22.



1-перфорированный барабан; 2-вал; 3-стойка; 4-вибропривод; 5-загрузочный бункер; 6-приёмник крупных частиц; 7- приёмник мелких частиц; 8-пруток; 9-шатун; 10-шарнир; 11-кривошип; 12-противовес; 13, 16-вал; 14-шкив; 15-пруток; 17-противовес; 18-привод; 19-блок шкивов; 20-муфта; 21-электродвигатель; 22-блок шкивов.

Рисунок 1.17 – Сепаратор по патенту №2275251

Анализируя различные типы машин предварительной очистки, можно сказать то, что они сложны по конструкции, сложны в техническом обслуживании, слишком энергозатратны, у них низкая производительность. Исходя из этих недостатков, надо разработать новую машину предварительной очистки, внести новые разработки, чтобы исключить недостатки данного типа машин.

В процессе эксплуатации техники большое значение имеет рациональное ее использование в сельскохозяйственном производстве, то есть затраты должны быть минимальными, а эффект от применения

максимальным. Для выполнения этих условий необходимо внедрить новые интенсивные технологии.

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

2.1 Ведомость электрических нагрузок и категории потребителей

Таблица 2.1 - Ведомость электрических нагрузок

№	Наименование цеха	Установленная мощность, кВт
1	Цех для хранения зерна	95
2	Проходная	12,5
3	Цех предварительной очистки зерна	145
4	Цех предварительной очистки зерна	145
5	Зерноочистительно-сушильный комплекс (КЗС)	190

Продолжение таблицы 2.1

6	Цех для первичной очистки	95
7	Цех для первичной очистки	95
8	Зерноток	600
9	Контора	25
10	Котельная	108
11	Ангар	95
12	Столовая	15,5
13	Ремонтная мастерская	132
14	Цех для приёма зерна	36
15	Автозаправочная станция	24
16	Цех для хранения зерна	46
17	Цех для калибровки зерна	95
18	Мастерская СХМ	450
19	Сумма всего	2404

2.2 Категории приемников и потребителей электроэнергии по бесперебойности электроснабжения

Таблица 2.2 -Ведомость по категории электропотребления

№	Наименование цеха	Категория	Характер среды
1	Цех для хранения зерна	II	Сырая
2	Проходная	II	нормальная

Продолжение таблицы 2.2

3	Цех предварительной очистки зерна	II	нормальная
4	Цех предварительной очистки зерна	II	нормальная
5	Зерноочистительно-сушильный комплекс (КЗС)	II	Сырая
6	Цех для первичной очистки	II	Сырая
7	Цех для первичной очистки	II	Сырая
8	Зерноток	II	нормальная
9	Контора	III	нормальная
10	Котельная	II	Сырая
11	Ангар	II	Сырая
12	Столовая	II	нормальная
13	Ремонтная мастерская	III	нормальная
14	Цех для приёма зерна	II	нормальная
15	Автозаправочная станция	II	нормальная
16	Цех для хранения зерна	II	нормальная
17	Цех для калибровки зерна	II	Сырая
18	Мастерская СХМ	II	Сырая

2.3 Определение расчетных нагрузок по всему предприятию в целом

Данный расчет покажем на примере склада для предварительной очистки. Результаты расчета по всему предприятию сведем в таблицу 2.3

Определяем расчетную силовую нагрузку склада для предварительной очистки:

$$P_p = P_n \cdot K_c \quad (2.1)$$

где P_n – нагрузка склада для предварительной очистки, кВт;

K_c - коэффициент спроса, находится из справочных материалов [1].

$$Q_p = P_n \cdot \operatorname{tg} \varphi \quad (2.2)$$

$$Q_p = 145 \cdot 0,59 = 85,5 \text{ кВар}$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \sin \varphi / \cos \varphi, \quad (2.3)$$

$$\sin^2 \varphi + \cos^2 \varphi = 1$$

$$\sin^2 \varphi = 1 - \cos^2 \varphi = 1 - 0,86^2 = 0,260$$

$$\sin \varphi = 0,507$$

$$\operatorname{tg} \varphi = 0,507 / 0,86 = 0,59.$$

Находим номинальную мощность освещения и расчетную осветительную нагрузку склада для предварительной очистки:

$$P_{но} = P_{уд} \cdot F \quad (2.4)$$

$$P_{ро} = P_{но} \cdot K_{с.о.} \quad (2.5)$$

где $P_{уд}$ - из справочных материалов (таблица 24-22 [1]);

$K_{с.о.}$ - коэффициент спроса на освещение, находится из справочных материалов (таблица 24-31 [1]).

$$P_{но} = 0,6 \cdot 704 = 422,4 \text{ Вт},$$

$$P_{ро} = 422,4 \cdot 0,85 = 3,59 \text{ кВт}$$

Находим полную расчетную мощность склада для предварительной очистки:

$$P_{p\varepsilon} = P_p + P_{po}, \quad (2.6)$$

$$Q_{p\varepsilon} = Q_p \quad (2.7)$$

$$S_p = \sqrt{P_{p\varepsilon}^2 + Q_{p\varepsilon}^2} \quad (2.8)$$

$$P_{p\varepsilon} = 116 + 3,59 = 119,5 \text{ кВт}$$

$$Q_{p\varepsilon} = Q_p = 85,55 \text{ кВа}$$

$$S_p = \sqrt{119,5^2 + 85,55^2} = 146,9 \text{ кВа}$$

2.4 Определение расчетной мощности в целом с учетом компенсирующих устройств и потерь мощности в трансформаторах

Потери в ТП:

$$\Delta P_{\text{ТП}} = 0,02 \cdot S_p; \quad (2.9)$$

$$\Delta Q_{\text{ТП}} = 0,1 \cdot S_p; \quad (2.10)$$

$$\Delta P_{\text{ТП}} = 0,02 \cdot 146,9 = 2,938 \text{ кВт};$$

$$\Delta Q_{\text{ТП}} = 0,1 \cdot 146,9 = 14,69 \text{ кВар.}$$

Тогда расчетная нагрузка по всему предприятию составляет:

$$P_p = \Sigma P_{pi} + P'_p + \Delta P_{\text{ТП}}; \quad (2.11)$$

$$Q_p = Q_{pi} + Q'_p + \Delta Q_{\text{ТП}}; \quad (2.12)$$

$$P_p = 108,5 + 2922 + 2,938 = 3033,438 \text{ кВт};$$

$$Q_p = 1863 + 1863 + 14,69 = 3740,69 \text{ кВар.}$$

2.4.1 Расчет мощности компенсирующих устройств

$$Q_{\text{ку}} = P_{\text{сг}} (\text{tg}\varphi_{\text{н}} - \text{tg}\varphi_2) \quad (2.13)$$

$$\text{tg}\varphi_{\text{н}} = \frac{Q_p}{P_{p_{\text{ку}}}} \quad (2.14)$$

$$P_{\text{сг}} = P_p \cdot \frac{T_{\text{ма}}}{T_{\text{г}}} \quad (2.15)$$

Примечание: $T_{\text{ма}}$ - число часов использования максимальной нагрузки.

(по справочнику [1]).

$$Q_{\text{кy}} = 2600 \cdot (1,23 - 1,06) = 422 \text{ кВар}$$

$$\text{tg} \varphi_{\text{н}} = \frac{3740,69}{3033,438} = 1,23$$

$$\text{tg} \varphi_2 = 1,06$$

$$P_{\text{ст}} = 3033,438 \cdot \frac{6000}{7000} = 2600 \text{ кВт.}$$

2.4.2 Потери мощности в компенсирующих устройствах

$$\Delta P_{\text{кy}} = 0,002 \cdot Q_{\text{кy}} \quad (2.16)$$

$$\Delta P_{\text{кy}} = 0,002 \cdot 422 = 0,884 \text{ кВар.}$$

Тогда расчетная нагрузка шин ГПП определится по формуле:

$$P_{\text{рпп}} = (P_{\text{р}} + \Delta P_{\text{кy}}) \cdot K_{\text{рм}} \quad (2.17)$$

$$Q_{\text{рпп}} = (Q_{\text{р}} - Q_{\text{кy}}) \cdot K_{\text{рм}} \quad (2.18)$$

$$S_{\text{рпп}} = \sqrt{P_{\text{рпп}}^2 + Q_{\text{рпп}}^2} \quad (2.19)$$

$$P_{\text{рпп}} = (3033 + 0,884) \cdot 0,9 = 2730,49 \text{ кВт,}$$

$$Q_{\text{рпп}} = (3740 - 422) \cdot 0,9 = 2986,2 \text{ кВар,}$$

$$S_{\text{рпп}} = \sqrt{2730,49^2 + 2986,2^2} = 4046 \text{ кВа.}$$

2.4.3 Потери мощности в трансформаторах

$$\Delta P_{\text{т}} = 0,02 \cdot S_{\text{р}} \quad (2.20)$$

$$\Delta Q_{\text{т}} = 0,1 \cdot S_{\text{р}} \quad (2.21)$$

$$\Delta P_{\text{т}} = 0,02 \cdot 4046 = 80,92 \text{ кВт,}$$

$$\Delta Q_{\text{т}} = 0,1 \cdot 4046 = 404,6 \text{ кВар.}$$

2.4.4 Мощность трансформаторов с учетом потерь

$$S_{\text{р}} = \sqrt{(P_{\text{р}} + \Delta P_{\text{т}})^2 + (Q_{\text{р}} + \Delta Q_{\text{т}})^2} \quad (2.22)$$

$$S_{\text{р}} = \sqrt{(2730,49 + 80,92)^2 + (2986,2 + 404,6)^2} = 4404 \text{ кВа.}$$

Таблица 2.3 - Определение расчетной нагрузки предприятия по переработке зерна

№	Наименование	Силовая нагрузка						Осветительная нагрузка					Расчетная нагрузка		
		$P_{\text{ном}}$, кВт	K_c	$\cos\varphi$	$\text{tg}\varphi$	P_p , кВт	Q_p , кВа	F , м ²	$\frac{P_{\text{уд}}}{\text{Вт/м}^2}$	$P_{\text{но}}$ Вт	$K_{\text{со}}$	$P_{\text{ро}}$, кВт	$P_{\text{р}\Sigma}$, кВт	$Q_{\text{р}\Sigma}$, кВа	S_p , кВа
1	Цех для хранения зерна	95	1	0,91	0,45	95	42,75	1812	0,7	1268	0,9	11,41	106,4	42,75	114,6
2	Проходная	12,5	0,6	0,73	0,93	7,68	11,90	130	0,4	52	0,8	0,41	8,09	11,90	14,3
3	Цех предварительной очистки зерна	145	0,8	0,86	0,59	116	85,55	704	0,6	422,4	0,85	3,59	119,5	85,55	146,9
4	Цех предварительной очистки зерна	145	0,8	0,84	0,59	116	85,55	704	0,6	422,4	0,85	3,59	119,5	85,55	146,9
5	Зерноочистительно-	190	0,8	0,85	0,62	152	117,8	604	0,6	362,4	0,85	3,08	155	117,8	194,6

	сушильный комплекс														
6	Цех для первичной очистки	95	1	0,9	0,45	95	42,75	1812	0,7	1268	0,9	11,41	106,4	42,75	114,6
7	Цех для первичной очистки	95	1	0,91	0,45	95	42,75	1812	0,7	1268	0,9	11,41	106,4	42,75	114,6
8	Зерноток	600	0,9	0,89	0,51	540	306	2500	0,9	2250	0,75	16,87	556	306	634
9	Кантора	25	0,65	0,77	0,83	16,25	20,75	166	0,1	16,67	0,6	0,1	16,35	20,75	26,4
10	Котельная	108	0,9	0,87	0,57	388	246	720	0,25	180	0,8	1,44	389	246	460
11	Ангар	95	1	0,91	0,45	95	42,75	1812	0,7	1268	0,9	11,41	106,4	42,75	114,6
12	Столовая	15,5	0,7	0,78	0,8	10,85	12,4	50	0,1	5	0,6	0,03	10,88	12,4	16,4
13	Ремонтная мастерская	132	0,7	0,76	0,85	92,4	112,2	605	0,3	181,5	0,6	1,08	93,48	112,2	146
14	Цех для приёма зерна	36	0,9	0,87	0,57	97,2	61,56	720	0,25	180	0,75	1,35	98,55	61,56	116

15	Автозапр-ная станция	24	0,9	0,87	0,57	43,2	27,36	480	0,25	120	0,75	0,9	44	27,36	51,8
16	Цех для хранения зерна	46	0,85	0,82	0,69	312	253	680	0,5	340	0,85	2,89	314	253	403
17	Цех для калибровки зерна	95	1	0,93	0,45	95	42,75	1812	0,7	1268	0,9	11,41	106,4	42,75	114,6
18	Мастерская СХМ	450	1	0,93	0,69	450	310,5	2000	0,9	1800	0,9	16,2	466,2	310,5	560,1
	Итого по заводу	2404	-	-	-	2744	1863	13970	-	12672	-	108,5	2922	1863	3489

2.5 Картограмма нагрузок и определение центра электрических нагрузок (ЦЭН)

Площадь круга в определенном масштабе равна расчетной нагрузке соответствующего цеха P_i :

$$P_i = \pi \cdot r^2 \quad (2.23)$$

Из этого выражения радиус окружности:

$$r_i = \sqrt{\frac{P_i}{\pi \cdot m}} \quad (2.24)$$

где P_i - мощность i -го здания предприятия;

m – масштаб для определения площади круга (постоянный для всех зданий).

Силовые нагрузки до и выше 1 кВ изображаются отдельными кругами или секторами в круге. Считаем, что нагрузка по цеху распределена равномерно, поэтому центр нагрузок совпадает с центром тяжести фигуры, изображающей цех в плане.

Данные по остальным зданиям сведем в таблицу 2.4. Картограмма электрических нагрузок показана на генплане предприятия.

Данные для построения картограммы нагрузок

Таблица 2.4 – Картограмма нагрузок

№	Наименование	m	$P_{pi\Sigma}$	P_{pio}	r_i	α_i
1	Цех для хранения зерна	5	106,4	11,41	2,6	38
2	Проходная	5	8,09	0,41	0,71	18
3	Цех для предварительной очистки	5	119,5	3,59	2,75	10
4	Цех для предварительной очистки	5	119,5	3,59	2,75	10
5	Зерноочистительно-сушильный комплекс	5	155	3,08	3,14	7

6	Цех для первичной очистки	5	106,4	11,41	2,6	38
7	Цех для первичной очистки	5	106,4	11,41	2,6	38
8	Зерноток	5	556	16,87	5,95	10
9	Контора	5	16,35	0,1	1,02	2

Продолжение таблицы 2.4

10	Котельная	5	389	1,44	4,97	1,5
11	Ангар	5	106,4	11,41	2,6	38
12	Столовая	5	10,88	0,03	0,83	1
13	Ремонтная мастерская	5	93,48	1,08	2,44	4
14	Цех для приёма зерна	5	98,55	1,35	2,50	5
15	Автозаправочная станция	5	44	0,9	1,67	7
16	Цех для хранения зерна	5	314	2,89	4,47	3
17	Цех для калибровки зерна	5	106,4	11,41	2,6	38
18	Мастерская СХМ	5	466,2	16,2	5,44	12
	Итого		2922	108,5		

Осветительная нагрузка наносится в виде сектора круга, изображающего нагрузку до 1 кВт. Угол сектора (α) определяется из соотношения активных расчетных ($P_{р\Sigma}$) и осветительных нагрузок ($P_{ро}$) предприятия.

При построении картограммы необходимо знать полные расчетные и осветительные нагрузки предприятия, которые были рассчитаны в таблице 2.3

Пример расчета покажем на складе предварительной очистки:

$$r_i = \sqrt{\frac{119,5}{3,14 \cdot 5}} = 2,75 \text{ см}$$

$$\alpha = 360 \cdot \frac{3,59}{119,5} = 10^\circ$$

2.5.2 Определение условного центра электрических нагрузок

Таблица 2.5– ЦЭН указано на картограмме нагрузок

№ цеха	Наименование	$P_{p\Sigma}$	X_i	Y_i	$P_{p\Sigma}X_i$	$P_{p\Sigma}Y_i$
1	Цех для хранения зерна	106,4	535	59	56924	6277
2	Проходная	8,09	509	95	4117	768
3	Цех для предварительной очистки	119,5	535	131	63932	15654
4	Цех для предварительной очистки	119,5	535	167	63932	19956
5	Зерноочистительно-сушильный комплекс	155	535	223	82925	34565
6	Цех для первичной очистки	106,4	535	259	56924	27557
7	Цех для первичной очистки	106,4	535	309	56924	32887
8	Зерноток	556	410	169	44296	18258

Продолжение таблицы 2.5

9	Контора	16,35	414	348	6768	5689
10	Котельная	389	464	371	180496	144319
11	Ангар	106,4	535	59	56924	6277
12	Столовая	10,88	546	487	5940	5298
13	Ремонтная мастерская	93,48	332	373	31035	34868
14	Цех для приёма зерна	98,55	303	422	29860	41588
15	Автозаправочная станция	44	156	336	6864	14784
16	Цех для хранения зерна	314	99	270	31086	84780
17	Цех для калибровки зерна	106,4	164	496	17449	52774
18	Мастерская СХМ	466,2	402	350	187412	163170
	ИТОГО	2922	-	-	1167472	785175

Таким образом мы определили ЦЭН для ТП, но поставить их точно в центре электрических нагрузок не всегда технически возможно.

Координаты центра электрических нагрузок всего предприятия определим по формуле:

$$X_0 = \frac{\sum_{i=1}^{11} P_{pi} \cdot X_i}{\sum_{i=1}^{11} P_{pi}} \quad (2.25)$$

$$Y_0 = \frac{\sum_{i=1}^{11} P_{pi} \cdot Y_i}{\sum_{i=1}^{11} P_{pi}} \quad (2.26)$$

$$X_0 = \frac{1167472}{2922} = 399 \text{ м}$$

$$Y_0 = \frac{785175}{2922} = 268 \text{ м.}$$

2.6 Выбор числа, мощности и типа силовых трансформаторов ТП

Мощность ТП определяется расчётной мощностью предприятия, напряжение питающей линии 380кВ. Мощность трансформаторов (с шагом 1,6) 6,3;10;16;25;40;63;80 МВА.

Ориентировочный выбор числа и мощности цеховых трансформаторных подстанций предприятия производится по удельной плотности нагрузок (σ):

$$\sigma = \frac{S_p}{F} \quad (2.27)$$

где S_p - расчетная нагрузка предприятия (кВА);

F – площадь предприятия (м²).

Сделаем ориентировочный выбор числа и мощности трансформаторной подстанции:

$$\sigma = \frac{2922}{13970} = 0,21$$

Если плотность нагрузок $\sigma < 0,2$, то рекомендуется принимать трансформаторы до 1000 кВА, если $0,2 < \sigma < 0,3$ то трансформаторы должны быть 1600кВА, если $\sigma > 0,3$ кВА/м², то трансформаторы рекомендуется принимать 1600-2500 кВА.

Выбираем трансформатор 1600 кВа.

После выбора мощности трансформаторов проверяем по коэффициентам загрузки в нормальном и аварийном режимах:

$$K_{з.н.} = \frac{S_p}{2 \cdot S_{н.т}} \quad (2.28)$$

$$K_{з.ав} = \frac{S_p}{S_{н.т}} \quad (2.29)$$

$$K_{з.н} = \frac{2922}{2 \cdot 1600} = 0,91$$

$$K_{з.ав} = \frac{2922}{1600} = 1,8$$

Трансформатор проходит по коэффициентам загрузки в нормальном и аварийном режимах.

Расчетная мощность компенсирующих устройств:

$$Q_{\text{кy}} = P_p(tg\phi_H - tg\phi_3) \quad (2.30)$$

$$tg\phi_H = \frac{Q_p}{P_p} \quad (2.31)$$

$$tg\phi_3 = 0,57$$

$$Q_{\text{кy}} = 2922 \cdot (0,63 - 0,57) = 175 \text{ кВар}$$

$$tg\phi_H = \frac{1863}{2922} = 0,63$$

$$tg\phi_3 = 0,57$$

По справочнику выбираем стандартное значение мощности и определяем не скомпенсированную мощность:

$$Q = Q_p - NQ_{\text{кy.ст}} \quad (2.32)$$

$$Q = 1863 - 2 \cdot 175 = 1513 \text{ кВар}$$

Затем находим полную мощность и если необходимо, изменяем номинал трансформаторов и (или) их количество.

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q^2} \quad (2.33)$$

$$S_p = \sqrt{2922^2 + 1513^2} = 3290 \text{ кВа}$$

С учетом дальнейшего развития предприятия, сопровождающееся увеличением потребляемой мощности, окончательно (по справочнику) выбираем на ТП трансформаторы ТМ с номинальной мощностью 1600 кВА (ТМ 1600/6/0,4).

2.7 Распределение нагрузки по пунктам питания ТП-10/0,4 кВ; РП-0,4 кВ

Распределение потребления электроэнергии напряжением до и выше 1 кВ между цеховыми трансформаторами подстанции и распределительными устройствами выполнено в таблице 2.6, на основании картограммы электрических нагрузок по принципу разукрупнения ТП .

Распределение нагрузок по пунктам питания

Таблица 2.6 – Распределение нагрузок

№ п/п	Наименование пункта питания	Потребители электроэнергии	Место расположения пункта питания по генплану
1	РП-1	Цех для хранения зерна	Цех для хранения зерна
2	РП-2	Проходная	Проходная
3	РП-3	Цех для предварительной очистки	Цех для предварительной очистки
4	РП-4	Цех для предварительной очистки	Цех для предварительной очистки
5	РП-5	Зерноочистительно-сушильный комплекс	Зерноочистительно-сушильный комплекс
6	РП-6	Цех для первичной очистки	Цех для первичной очистки
7	РП-7	Цех для первичной очистки	Цех для первичной очистки
8	РП-8	Зерноток	Зерноток
9	РП-9	Кантора	Кантора
10	РП-10	Котельная	Котельная
11	РП-11	Ангар	Ангар
12	РП-12	Столовая	Столовая
13	РП-13	Ремонтная мастерская	Ремонтная мастерская
14	РП-14	Цех для приёма зерна	Цех для приёма зерна
15	РП-15	Автозаправочная станция	Автозаправочная станция
16	РП-16	Цех для хранения зерна	Цех для хранения зерна

17	РП-17	Цех для калибровки зерна	Цех для калибровки зерна
18	РП-18	Мастерская СХМ	Мастерская СХМ

2.8 Выбор сечения питающей линии и распределительных сетей

2.8.1 Расчет потерь ЦТП

Потери в ТП определяются активными потерями состоящими из потерь холостого хода Х.Х и КЗ и реактивными потерями состоящих из реактивных потерь Х.Х и КЗ.

Активные и реактивные потери в ЦТП определяются по формулам:

$$\Delta P = \Delta P_{\text{ХХ}} + \Delta P_{\text{КЗ}} \cdot K_3^2 \quad (2.34)$$

$$\Delta Q = \Delta Q_{\text{ХХ}} + \Delta Q_{\text{КЗ}} \cdot K_3^2 = \frac{S_{\text{н.т}} \cdot I_{\text{ХХ}}}{100} + \frac{S_{\text{н.т}} \cdot U_{\text{КЗ}} K_3^2}{100} \quad (2.35)$$

где K_3 - коэффициент загрузки;

$I_{\text{ХХ}}$ - ток КЗ в процентах;

$U_{\text{КЗ}}$ - напряжение КЗ в процентах.

Пример расчета потерь:

$$\Delta P = 1,5 + 8 \cdot 0,52 = 3,75,$$

$$\Delta Q = \frac{1600 \cdot 1,5}{100} + \frac{1600 \cdot 5,5 \cdot 0,52}{100} = 70 \text{ кВар.}$$

Активная и реактивная мощности с учетом потерь в ТП:

$$P'_p = n \cdot \Delta P + P_p \quad (2.36)$$

$$Q'_p = n \cdot \Delta Q + Q_p \quad (2.37)$$

$$P'_p = 2 \cdot 3,75 + 2922 = 2929 \text{ кВт},$$

$$Q'_p = 2 \cdot 70 + 1513 = 1653 \text{ кВар}.$$

Полная мощность с учетом потерь в ЦТП:

$$S'_p = \sqrt{P'^2_p + Q'^2_p} \quad (2.38)$$

$$S'_p = \sqrt{2929^2 + 1653^2} = 3363 \text{ кВа}.$$

2.8.2 Выбор сечения проводов питающей линии

Технические факторы, влияющие на выбор сечения:

$$I_{p.ав} = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} \quad (2.39)$$

$$I_{p.н} = \frac{S_p}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{ном}} \quad (2.40)$$

$$I_{p.ав} = \frac{3363}{\sqrt{3} \cdot 10} = 197 \text{ А},$$

$$I_{p.н} = \frac{3363}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 98 \text{ А}$$

Потери напряжения в жилах проводов воздушной линии в нормальном и аварийном режимах. Расстояние от подстанции энергосистемы 10 км.

$$L_{доп} = L_{\Delta u 1\%} \cdot \Delta U_{доп} \cdot \frac{I_{доп}}{I_p} \quad (2.41)$$

$$L_{доп} = 3,5 \cdot 5 \cdot \frac{197}{98} = 35 \text{ км},$$

где $L_{\Delta u 1\%} = 3,5$ по [Л-2] (табл. П4.2 ст.337);

$$\Delta U_{доп} = 5\%.$$

Проверим по экономической плотности тока:

$$S_3 = \frac{I_p}{i_3} \quad (2.42)$$

$$S_3 = \frac{98}{1,8} = 54 \text{ мм}^2$$

По S_3 выбираем ближайшее стандартное значение сечение 50 мм^2 .

Согласно ПУЭ коэффициент экономической плотности тока для алюминиевых неизолированных проводов принимаем $j_э = 1,8 [1]$.

Принимаем провод по ГОСТ 839-80 АС-180/43 с допустимым током $I_{\text{доп}} = 180 \text{ А}$ [3].

По нагреву длительно допустимому току нагрузки:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} = I_p < I_{\text{доп}} \quad (2.43)$$

По потери напряжения:

$$L_{\text{доп}} = L_{\Delta u 1\%} \cdot \Delta U_{\text{доп}} \cdot \frac{I_{\text{доп}}}{I_p} > L_{\text{факт}} \quad (2.44)$$

По экономической плотности тока:

$$S_3 = \frac{I_p}{i_3} \quad (2.45)$$

Пример расчёта кабельной линии проведем на линии Л-1 (ТП- РП1), по данным таблицы 2.7- определим расчетный номинальный и расчетный аварийный ток.

$$I_{\text{р.ав}} = \frac{416}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 300 \text{ А}$$

$$I_{\text{р.н}} = \frac{416}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 300 \text{ А}$$

По справочнику выбираем кабель ААШВ с $I_{\text{доп}} = 330 \text{ А}$ сечением 240 мм^2 .

По потери напряжения:

$$L_{\text{доп}} = 0,84 \cdot 10 \cdot \frac{330}{300} = 109,8 \text{ км},$$

где $L_{\Delta u 1\%} = 0,84$ по (табл. П4.7 ст.342[Л-2]); $\Delta U_{\text{доп}} = 10\%$.

По всем условиям выбранный кабель с сечением 240 мм² проходит.
Выбор кабелей остальных линий сведем в таблицу 2.7

Таблица 2.7 – Выбор кабелей

Назначение	Sp	Кол-во линий	Нагрузка		Способ прокладки кабеля	n кабеля	Поправ. коэф. ϕ	Id	Допуск. нагрузка		Снаг.	Марка и сечение кабеля	L, м
			Ip.н, А	Ip.ав, А					Id.н, А	Id.ав, А			
ТП1-РП1	416	1	300	300	траншея	2	0,85	330	281	365	240	ААШВ(4×240)	72
ТП1-РП2	14,90	1	21,51	21,51	траншея	3	0,85	34	29	38	4	ААШВ(4×4)	118
ТП1-РП3	66,30	1	95,70	95,70	траншея	2	0,90	112	101	131	50	ААШВ(4×50)	160
ТП1-РП4	35,10	1	50,66	50,66	траншея	5	0,78	55	43	56	10	ААШВ(4×10)	76
ТП1-РП5	108	1	156,8	156,8	траншея	1	1,00	165	165	215	70	ААШВ(4×70)	114
ТП1-РП6	416	1	300	300	траншея	3	0,85	330	281	365	240	ААШВ(4×240)	135
ТП1-РП7	416	1	300	300	траншея	3	0,85	330	281	365	240	ААШВ(4×240)	204
ТП1-РП8	416	1	300	300	траншея	3	0,85	330	281	365	240	ААШВ(4×240)	350
ТП1-РП9	3,60	1	5,20	5,20	траншея	4	0,80	34	27	35	4	ААШВ(4×4)	94
ТП1-РП10	48,50	1	70,00	70,00	траншея	4	0,80	72	58	75	16	ААШВ(4×16)	114
ТП1-РП11	416	1	300	300	траншея	3	0,85	330	281	365	240	ААШВ(4×240)	124
ТП1-РП12	66,30	1	95,70	95,70	траншея	2	0,90	112	101	131	50	ААШВ(4×50)	130
ТП1-РП13	35,10	1	50,66	50,66	траншея	5	0,78	55	43	56	10	ААШВ(4×10)	194
ТП1-РП14	108	1	156,8	156,8	траншея	1	1,00	165	165	215	70	ААШВ(4×70)	160
ТП1-РП15	35,10	1	50,66	50,66	траншея	5	0,78	55	43	56	10	ААШВ(4×10)	160
ТП1-РП16	66,30	1	95,70	95,70	траншея	2	0,90	112	101	131	50	ААШВ(4×50)	104
ТП1-РП17	416	1	300	300	траншея	3	0,85	330	281	365	240	ААШВ(4×240)	144
ТП1-РП18	416	1	300	300	траншея	3	0,85	330	281	365	240	ААШВ(4×240)	22

2.10 Силовой электрический расчет склада для предварительной очистки зерна

Таблица 2.8 - Наименование и мощность установленных оборудований

№	Наименование производственного оборудования	Установленная мощность	Количество оборудования
1	Нория НЦ-100	22	4
2	Транспортер	11	2
3	Транспортер	11	2
4	Машина предварительной очистки	3	2
5	Разгрузочный бункер	2,2	2
6	Аспиратор после сепаратора	2,2	2

2.11 Определение расчетной мощности методом упорядоченных диаграмм

Электроприемники делятся на две группы: группа А и группа Б.

К группе Б относятся [8]:

- все оборудования;
- передвижные приемники;
- сварочное оборудование.

К группе А относятся:

- вентиляторы;
- насосы;
- нагревательные установки (печи, сушильные шкафы, электролизеры).

ПВ – стандартизованное значение 15%, 25%, 40%, 60%.

Для всех металлообрабатывающих станков ПВ=65%.

Приводим установленную нагрузку ЭП, работающих в продолжительном режиме к ПВ 100% [8].

Для машины предварительной очистки ПВ=65%:

$$P_{\text{прев}} = P_{\text{уст}} \cdot \sqrt{\frac{\text{ПВ}}{100}} \quad (2.46)$$

Для трансформаторов и сварочных печей:

$$P_{\text{прев}} = \cos\varphi \cdot S_{\text{уст}} \quad (2.47)$$

Для трансформаторов сварочных машин с ПВ=40%:

$$P_{\text{прев}} = \sqrt{\text{ПВ}} \cdot S_{\text{уст}} \cdot \cos\varphi \quad (2.50)$$

Для каждой группы электроприемников определяем среднюю нагрузку за наиболее загруженную смену:

$$P_{\text{см}} = P_{\text{н}} \cdot K_{\text{и}} \quad (2.51)$$

$$Q_{\text{см}} = P_{\text{см}} \cdot \text{tg}\varphi \quad (2.52)$$

где $K_{\text{и}}$ - коэффициент использования, для определения $K_{\text{и}}$ и $\cos\varphi$ для узла используем формулы:

$$K_{\text{и}} = \frac{\sum P_{\text{см}}}{\sum P_{\text{ном}}} \quad (2.53)$$

$$\text{tg}\varphi = \frac{Q_{\text{см}}}{P_{\text{см}}} \quad (2.54)$$

Определяем отношение номинальной активной наибольшей и наименьшей ЭП в группе:

$$m = \frac{P_{\text{max}}}{P_{\text{min}}} \quad (2.55)$$

2.12 Определяем эффективное число ЭП

Определяем максимальные расчетные нагрузки группы электроприемников:

$$P_p = K_{\text{м}} \cdot P_{\text{см}} \quad (2.56)$$

$$Q_p = K_{\text{м}} \cdot Q_{\text{см}} \quad (2.57)$$

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} \quad (2.58)$$

где при $K_{\text{и}} < 0,2$ и $n_{\text{э}} \leq 100$, а также при $K_{\text{и}} \geq 0,2$ и $n_{\text{э}} \leq 10$, коэффициент $K'_{\text{м}} = 1,1$.

Определим ток:
$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{л}}} \quad (2.59)$$

Приведем пример расчета для машины предварительной очистки с установленной мощностью 3кВт.

Определим приведенную мощность :

$$P_{\text{прив}} = 3 \cdot \sqrt{\frac{65}{100}} = 2,55 \text{ кВт.}$$

Для каждой группы электроприемников определяем среднюю нагрузку за наиболее загруженную смену:

$$P_{\text{см}} = 2,55 \cdot 0,9 = 2,295 \text{ кВт,}$$

$$Q_{\text{см}} = 2,295 \cdot 1,73 = 3,97 \text{ квар,}$$

Определим m:

$$m = \frac{3}{1} = 3.$$

$$P_p = 1,1 \cdot 2,295 = 2,52 \text{ кВт,}$$

$$Q_p = 1,1 \cdot 3,97 = 4,36 \text{ квар,}$$

$$S_p = \sqrt{2,52^2 + 4,36^2} = 5,03 \text{ кВА.}$$

$$I_p = \frac{5,03}{1,73 \cdot 0,38} = 7,65 \text{ А.}$$

Находим номинальную мощность освещения и расчетную осветительную нагрузку склада для предварительной очистки зерна:

$$P_{\text{ро}} = P_{\text{уд}} \cdot F \quad (2.60)$$

$$P_{\text{ро}} = 10 \cdot 704 = 70,4 \text{ кВт.}$$

Выбор асинхронных электродвигателей для электроприемников.

Таблица 2.9 – Асинхронные электродвигатели для электроприёмников

№	Марка двигателя	P, кВт	КПД, %	cos φ	I _{ном}	I _{пуск.} / I _{ном.}
1	АИР200М6У3	22	79	0,74	7,797	7,5
2	АИР200М6У3	22	79	0,74	7,797	7,5
3	АИР200М6У3	22	83	0,74	7,797	7,5

Продолжение таблицы 2.9

4	АИР200М6У3	22	83	0,74	7,797	7,5
5	АИР160S6У3	11	68	0,62	2,7	5,5
6	АИР160S6У3	11	68	0,62	2,7	5,5
7	АИР160S6У3	11	87,5	0,88	2,7	5,5
8	АИР160S6У3	11	70	0,62	2,7	5,5
9	АИР90L6У3	3	70	0,62	7,65	5
10	АИР90L6У3	3	87,5	0,88	7,65	5
11	АИР90L6У3	2,2	83	0,7	10,46	3,5
12	АИР90L6У3	2,2	83	0,7	10,46	3,5
13	АИР90L6У3	2,2	88,5	0,7	10,46	3,5
14	АИР90L6У3	2,2	88,5	0,7	10,46	3,5

2.13 Расчет и выбор параметров схемы

Выбор коммутационных аппаратов на всех ступенях схемы и согласования выбранного сечения проводника и тока автомата.

Выбор аппаратов защиты производится с учетом:

1. Номинальный ток и напряжение аппарата защиты должны соответствовать расчетному длительному току и напряжению сети: $U_{ном.АЗ} \geq U_c$

$$; I_{ном.АЗ} \geq I_{р.мах}. \quad (2.61)$$

2. Время действия аппарата защиты должно быть по возможности меньше и должна быть обеспечена селективность аппаратов защиты.

3. Аппарат защиты не должен отключать установку при перегрузках возникающих в условиях нормальной эксплуатации.

4. Должны обеспечивать надежное отключение КЗ.

Условие выбора автоматических выключателей:

$$1) U_{ном} \geq U_c \quad (2.62)$$

$$2) I_{ном.расц} \geq I_{ном}. \quad (2.63)$$

$$3) I_{ном.расц.т} \geq K_{уст}^m I_{ном}. \quad (2.64)$$

$$4) I_{ном.расц.э/м} \geq K_{уст}^{э/м} I_{пуск.(пик)}, I_{пуск} - \text{пусковой ток ЭД} \quad (2.65)$$

$$5) I_{отк.ном} \geq I_{КЗмах}, \quad (2.66)$$

$$6) i_{уд.ав} \geq i_{уд}. \quad (2.67)$$

Условие выбора предохранителей:

$$1) U_{ном} \geq U_c \quad (2.68)$$

$$2) I_{ном.ПВ} \geq I_{ном}. \quad (2.69)$$

$$3) I_{ном.расц} \geq I_{пуск} \cdot /\alpha, \quad (2.70)$$

где α - коэффициент зависящий от условий пуска.

Для пуска двигателей чаще всего используют магнитные пускатели. Выбор магнитных пускателей осуществляют по номинальному току и напряжению.

2.14 Выбор кабельных линий питающих электродвигатели установок

Сечение проводов и жил кабелей склада для предварительной очистки зерна выбирают по нагреву длительно допустимому току нагрузки:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_{л}} I_p < I_{доп} \quad (2.71)$$

по потери напряжения:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I_p \cdot l \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \sin\varphi) \cdot 100\% \quad (2.72)$$

где I_p - расчетный ток, А;

r_0, x_0 – активное и реактивное удельное сопротивления линий, Ом/м;

l - длина линии, м;

$\cos \varphi$ и $\sin \varphi$ - соответствуют коэффициенту мощности в конце линии.

По нагреву длительно допустимому току нагрузки:

$$I_p = \frac{5,03}{1,73 \cdot 0,4} = 7,26 \leq 17,5 A.$$

Принимаем сечение жил кабеля равным 3 мм².

Таблица 2.10-Выбор кабелей питающие силовые пункты

№	Приведенная мощность, кВт	Номинальный ток, А	Длина линии, м	Пусковой ток, А	$\frac{I_{пуск}}{\alpha}$, А	Номин. ток плавкой вставки, А	$\Delta U, В$	Тип предохранителя	Тип пускателя	Марка и сечение проводов
1	22	17,34	72	130,1	52,0	60	1,4	ПН-2-100	ПМЛ-3160	ВГ(4x4)
2	22	6,36	50	44,5	17,8	20	0,5	ПН-2-100	ПМЛ-3160	ВГ(4x2,5)
3	22	3,47	50	21,5	8,6	10	0,5	ПН-2-100	ПМЛ-3160	ВГ(4x2,5)
4	22	12,72	72	82,7	33,1	35	1,1	ПН-2-100	ПМЛ-3160	ВГ(4x2,5)
5	11	17,34	72	130,1	52,0	60	1,4	ПН-2-60	ПМЛ-2160	ВГ(4x4)
6	11	6,36	50	44,5	17,8	20	0,5	ПН-2-60	ПМЛ-2160	ВГ(4x2,5)
7	11	3,47	50	21,5	8,6	10	0,5	ПН-2-60	ПМЛ-2160	ВГ(4x2,5)
8	11	12,72	72	82,7	33,1	35	1,1	ПН-2-60	ПМЛ-2160	ВГ(4x2,5)
9	3	7,65	72	130,1	52,0	60	1,4	ПН-2-100	ПМЛ-1160	ВГ(4x4)
10	3	7,65	50	44,5	17,8	20	0,5	ПН-2-100	ПМЛ-1160	ВГ(4x2,5)
11	2,2	3,47	50	21,5	8,6	10	0,5	ПН-2-60	ПМЛ-1160	ВГ(4x2,5)
12	2,2	12,72	72	82,7	33,1	35	1,1	ПН-2-60	ПМЛ-1160	ВГ(4x2,5)
13	2,2	17,34	72	130,1	52,0	60	1,4	ПН-2-60	ПМЛ-1160	ВГ(4x4)
14	2,2	6,36	50	44,5	17,8	20	0,5	ПН-2-60	ПМЛ-1160	ВГ(4x2,5)

2.15 Выбор автоматических выключателей

Ток срабатывания отсечки выключателя отстраивается от пускового тока электродвигателя

$$I_{co} \geq K_n \cdot I_{пуск}, \quad (2.73)$$

где K_n – коэффициент надежности, принимаемый согласно рекомендации [2], для автоматических выключателей ВА $K_n = 1,5$.

Для группы электродвигателей, участвующих в самозапуске и присоединенных к узлу:

$$I_{пуск} = \sum K_n \cdot I_{н.эд}, \quad (2.74)$$

где K_n – поправочный рекомендованный коэффициент [2], для автоматических выключателей серии ВА $K_n = 1,23-1,36$;

$I_{н.эд}$ – номинальный ток двигателя, А.

Для защиты группы двигателей от перегрузки используется следующее условие:

$$I_{н.расцеп} \geq I_{р.с}, \quad (2.75)$$

где $I_{н.расцеп}$ – номинальный ток расцепителя, А;

$I_{р.с}$ – расчетный ток сборки.

Для автоматических выключателей серии ВА:

$$I_{н.расцеп} = 1,2 \cdot I_{н.т}, \quad (2.76)$$

где $I_{н.т}$ – номинальный ток теплового расцепителя.

Пользуясь выше изложенной методикой выберем автоматический выключатель для защиты группы двигателей питающихся с РП 1.

Пусковой ток группы двигателей:

$$I_{пуск} = 91,7 \text{ А},$$

где K_n – поправочный рекомендованный коэффициент, принимаем $K_n = 1,25$

Ток срабатывания отсечки:

$$I_{co} \geq 1,25 \cdot 92 = 115$$

Учитывая расчетный ток сборки $I_{p.c} = 180A$, выбираем автоматический выключатель серии ВА-57-39 предназначенный для управления и защиты асинхронных двигателей $I_{co} = 1000A$, $I_{нт} = 160A$.

$$I_{н.расцеп} = 1,2 \cdot 160 = 192A,$$

Условия выполняются:

$$I_{н.расцеп} \geq I_{p.c}; \quad (2.77)$$

$$192A \geq 180A;$$

$$I_{co} \geq K_H \cdot I_{пуск}; \quad (2.78)$$

$$1000A \geq 139A.$$

Условия коммутационной способности:

$$I_{к.с} \geq I_{уд}; \quad (2.79)$$

$$12,5кА \geq 4,4кА$$

Таблица 2.11-Выбор автоматических выключателей ВА 57

№	I_p, A	$I_{нв}, A$	$S, мм^2$	$l, м$	$\Delta U, В$	Тип автомата
РП-1	17,34	60	35	10	8,2	ВА57-39
РП-2	6,36	20	50	10	9,2	ВА57-39
РП-3	3,47	10	16	5	2,5	ВА57-39
РП-4	12,72	35	4	50	11,8	ВА57-39
РП-5	17,34	60	35	10	8,2	ВА57-39
РП-6	6,36	20	50	10	9,2	ВА57-39
РП-7	3,47	10	16	5	2,5	ВА57-39

Продолжение таблицы 2.11

РП-8	12,72	35	4	50	11,8	ВА57-39
РП-9	7,65	60	35	10	8,2	ВА57-39
РП-10	7,65	20	50	10	9,2	ВА57-39
РП-11	3,47	10	16	5	2,5	ВА57-39
РП-12	12,72	35	4	50	11,8	ВА57-39
РП-13	17,34	60	35	10	8,2	ВА57-39
РП-14	6,36	20	50	10	9,2	ВА57-39

Таблица 2.12 - Рубильник на силовой пункт ВР32

Проверяемая величина	Номинальная	Расчетная
$U_{\text{ном}} \geq U_c, \text{ В}$	380	380
$I_{\text{ном}} \geq I_p, \text{ А}$	100	17,3
$i_{\text{дин}} \geq i_{\text{уд}}, \text{ кА}$	40	12,8

Таблица 2.13 - Предохранитель ПН-2

Проверяемая величина	Номинальная	Расчетная
$U_{\text{ном.пр}} \geq U_c, \text{ В}$	380	380
$I_{\text{ном.пр}} \geq I_p, \text{ А}$	100	17,3
$I_{\text{откл.ном}} \geq I_k, \text{ кА}$	30	7,55

Таблица 2.14 - Магнитные пускатели серии ПМЛ

Проверяемая величина	Номинальная	Расчетная
$U_{\text{ном}} \geq U_c, \text{ В}$	380	380
$I_{\text{ном}} \geq I_p, \text{ А}$	100	17,3

2.16 Расчет внутреннего склада для предварительной очистки зерна

Для обеспечения нормальных условий труда необходимо осветить рабочие места.

Основная расчетная формула метода коэффициента использования светового потока и удельной мощности имеет вид:

$$\Phi_p = \frac{E_{\min} \cdot S \cdot Z \cdot K}{N \cdot \eta} \quad (2.80)$$

где Φ_p — поток лампы в светильнике, лм;

E_{\min} — наименьшая нормируемая освещенность, лк; (принимается согласно СНиП П-А-9-71), $E_{\min}=200$;

S — площадь помещения, м²;

K — коэффициент запаса;

N — число светильников;

η — коэффициент использования светового потока (в долях единицы).

Площадь склада предварительной очистки зерна определяется по формуле:

$$S = A \cdot B \quad (2.81)$$

где $A = 24$ м (ширина), $B = 36$ м (длина), $H=8$ (высота).

$$S = 24 \cdot 36 = 864 \text{ м}^2$$

Выбираем светильник ДРЛ с высотой свеса $h_c=1,2$ м.

Определим расчетную высоту

$$h = H - h_p - h_c \quad (2.82)$$

$$h = 8 - 0,8 - 1,2 = 6 \text{ м}$$

Индекс помещения, вычисляется по формуле:

$$i = \frac{S}{(A+B) \cdot h} \quad (2.83)$$

$$i = \frac{864}{(24+36) \cdot 6} = 2,4$$

Значение индекса помещения рекомендуется брать в пределах 0,5 ... 5.

L/h - относительное расстояние между светильниками, для выбранного типа арматуры ($L/h = 1,4$);

L- рекомендуемое расстояние между светильниками вычисляется по найденному L/h и расчетной высоте h ($L = 1,4 \cdot h = 1,4 \cdot 6 = 8,4$);

N - число светильников.

Определяется по плану расположения светильников.

Определяется число светильников в ряду:

$$n_A = 1 + \frac{A}{L_A} \quad (2.84)$$

$$n_A = 1 + \frac{A}{L_A} = 1 + \frac{24}{7} = 4 \text{шт}$$

Определяем расстояние от стен до светильников:

$$l_a = (A - L_A(n_A - 1))/2 \quad (2.85)$$

$$l_a = (24 - 7(4 - 1))/2 = 1,5 \text{ м}$$

Расстояние между рядами светильников:

$$L_B = (A - 2 \cdot l_a) / (n_A - 1) \quad (2.86)$$

$$L_B = (24 - (2 \cdot 1,5)) / 3 = 7 \text{ м}$$

Расстояние между светильниками в ряду:

$$L_A = 7 \text{ м}$$

Определяем общее число светильников по формуле:

$$N = m \cdot n \quad (2.87)$$

$$N = 6 \cdot 4 + 4 = 28 \text{шт}$$

Определим расчетный световой поток лампы светильника:

$$\Phi = \frac{200 \cdot 864 \cdot 1,6 \cdot 1,15}{28 \cdot 0,73} = 15555 \text{ лм}$$

Выбираем лампы ДРЛ со световым потоком лампы $\Phi'_n = 23700$ лм и мощностью $P_l = 300$ Вт.

Действительная освещенность цеха находим по формуле:

$$E_\rho = E_{\min} \cdot Z \cdot \frac{\Phi'_\rho}{\Phi_p}$$

$$(2.88)$$

$$E_\rho = 200 \cdot 1,15 \cdot \frac{23700}{15555} = 350 \text{ лм}$$

где Φ'_d - действительный световой поток для выбранного типа и мощности лампы, отличается от E_{\min} на 19%.

Полученные данные представлены в таблицу 2.15.

Таблица 2.15- Расчет освещения склада для предварительной очистки зерна

№ помещения	Наим. пом.	Размеры помещений						h _р , м	h _с , м	h, м	i	Светильник		$\frac{L}{H}$	L, м	N, шт.	E _{min} , лк	K	Z _р	Φ, лм	Мощность		Φ' _д , лм	E _д , лк
		A, м	B, м	C, м	D, м	S, м ²	H, м					тип	η, %								одн., Вт	всеобщ., Вт		
		1	Склад	24	36							864	8								0,8	1,2		

2.17 Расчет аварийного освещения

Определим расчетный световой поток всей группы светильников при $E_n=10$ лк, $\kappa_{зап}=1,5$ и числом светильников в ряду $n_b=4$, и число рядов два.

$$\Phi_p = \frac{E_{\min} \cdot S \cdot Z \cdot K}{N \cdot \eta} \quad (2.89)$$

$$\Phi_p = \frac{10 \cdot 864 \cdot 1,1 \cdot 1,5}{28 \cdot 0,59} = 862 \text{ лм}$$

Определим фактическую освещенность. Световой поток светильника лампой накаливания 200 Вт равен 6300 лм:

$$E_{\partial} = E_{\min} \cdot \frac{\Phi'_{\partial}}{\Phi_p} \quad (2.90)$$

$$E_{\partial} = 10 \cdot \frac{6300}{862} = 73 \text{ лм}$$

где – погрешность составляет 10%, что удовлетворяет условию $-10\% \div +20\%$.

Окончательно принимаем к установке в качестве аварийного освещения светильники лампами накаливания мощностью 200 Вт.

Общая мощность:

$$P_{\text{общ}} = N \cdot P_n \quad (2.91)$$

$$P_{\text{общ}} = 28 \cdot 200 = 5600 \text{ кВт}$$

Удельная мощность:

$$P_{\text{уд}} = P_{\text{общ}} / S \quad (2.92)$$

$$P_{\text{уд}} = 5600 / 864 = 6,4 \text{ Вт/м}$$

2.18 Электротехнический расчёт

2.18.1 Рабочее освещение

Произведем электротехнический расчёт склада для предварительной очистки зерна. Схема питания осветительной установки состоит из питающих и групповых линий. Питающие линии выполняются трехфазными, а групповые в зависимости от нагрузки и протяженности бывают как однофазными, так и трехфазными.

Сечение проводников осветительной сети определяется по допустимой потере напряжения.

Сечение проводника, мм²:

$$S = \frac{\sum M + \alpha \cdot \sum m}{c \cdot \Delta U_{\text{доп}}}, \quad (2.93)$$

где $\sum M$ – сумма моментов рассчитываемого и всех последующих по направлению оттока энергии участков с тем же числом проводов в линии, что и рассчитываемый участок, кВт·м,

$\sum m$ – сумма моментов всех ответвлений, питаемых через рассчитываемый участок, о.е.,

$\alpha = 1,83$ при трехфазной системе сети с нулевым проводником и однофазном ответвлении;

C – коэффициент, зависящий от системы, рода тока, материала проводника, о.е., $C = 46$ для алюминиевых проводов при трехфазной системе сети с нулевым проводом, $C = 7,4$ для алюминиевых проводов при однофазной двухпроводной системе сети;

$\Delta U_{\text{доп}}$ – допустимая потеря напряжения осветительной сети, % равная 4,5 при $\cos\varphi_{\text{осв}}=0,91$.

Момент нагрузки i – того участка сети, кВт·м:

$$m_i = P_i \cdot L_i, \quad (2.94)$$

где P_i – мощность i -го участка сети, кВт;

L_i – длина i -го участка сети, м.

В случае равномерно распределенной нагрузки усредняем точку приложения момента нагрузки тогда:

$$L_i = l_1 + l_2/2 \quad (2.95)$$

где l_1 – расстояние от щитка до первого светильника;

l_2 – расстояние от первого светильника до последнего.

Для питающей и групповой сети выбирается кабель марки ВВГ, проложенный по стенам. Пример расчета приводится для линии.

С учетом пускорегулирующей аппаратуры:

$$P_1 = P_{л} \cdot n \cdot k \quad (2.96)$$

$$P_1 = 0,4 \cdot 12 \cdot 1,2 = 5,76 \text{ кВт}$$

где n – число ламп в приведенной линии, шт.;

$P_{л}$ – мощность лампы, кВт;

k – коэффициент пускорегулирующей аппаратуры.

$$m_{1-1} = P_i \cdot L_i \quad (2.97)$$

$$m_{1-1} = 20 \cdot 0,4 \cdot (11 + 70/2) = 368 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$m_{1-2} = 12 \cdot 0,4 \cdot (15 + 70/2) = 240 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$m_{1-3} = 20 \cdot 0,4 \cdot (7 + 70/2) = 336 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$m_{1-4} = 12 \cdot 0,4 \cdot (15 + 70/2) = 240 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$m_{1-5} = 20 \cdot 0,4 \cdot (5 + 70/2) = 320 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$M_{1-2} = P_i \cdot L_i \cdot k \quad (2.98)$$

$$M_{1-2} = 0,4 \cdot 1,2 \cdot 84 = 40,32 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

Сумма моментов:

$$\sum m = 1504 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$\sum M = 40,32 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

Сечение проводника:

$$S_{1-2} = \frac{\sum M + \alpha \cdot \sum m}{c \cdot \Delta U_{дон}} \quad (2.99)$$

$$S_{1-2} = \frac{40,32 + 1,83 \cdot 1504}{46 \cdot 4} = 1,517 \text{ мм}^2.$$

Полученное значение округляется до ближайшего стандартного $S_{1-2} = 2,5 \text{ мм}^2$. Выбирается кабель ВВГ 4х2,5.

Расчет компенсирующего устройства

Общая мощность освещения $P_{л} = 33 \text{ кВт}$ (с учетом потерь в ПРА), $\cos \varphi = 0,5$, $\text{tg} = 1,73$, питание осуществляется трехфазной четырехпроводной линией. Фазное напряжение сети $U_{ф} = 0,22 \text{ кВ}$. Загрузка фаз равномерная.

2.18.2 Определяем мощность компенсирующего устройства

При неисправленном коэффициенте мощности:

Реактивная мощность:

$$Q_1 = P_{\text{л}} \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 \quad (2.100)$$

$$Q_1 = 33 \cdot 1,73 = 57,09 \text{квар}$$

Полная мощность:

$$S_1 = \sqrt{P_{\text{л}}^2 + Q^2} \quad (2.101)$$

$$S_1 = \sqrt{33^2 + 57,09^2} = 65,9 \text{кВА}$$

Находим ток групповой линии, но так как за ОЩВ три отходящие линии с равномерно распределенной нагрузкой, то мощность делится на три:

$$I_{\text{л}} = \frac{S_1}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{л}}} \quad (2.102)$$

$$I_{\text{л}} = \frac{65,9}{1,97} = 33 \text{А}$$

Коэффициент мощности установки:

$$\cos \varphi_1 = \frac{P_{\text{л}}}{S_1} \quad (2.103)$$

$$\cos \varphi_1 = \frac{33}{65,9} = 0,5$$

Необходима мощность конденсатора, устанавливаемого в начале групповой линии, для повышения коэффициента мощности от $\cos \varphi_1 = 0,5$ ($\operatorname{tg} \varphi_1 = 1,73$) до значения $\cos \varphi_2$, близкого к 0,95 ($\operatorname{tg} \varphi_1 = 0,33$).

$$Q_{\text{к}} = P(\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2) \quad (2.104)$$

$$Q_{\text{к}} = 33 \cdot (1,73 - 0,33) = 46,2 \text{квар}$$

Ориентируясь на выпускаемые промышленностью аппараты, принимаем мощность конденсатора равной 50квар.

При исправленном коэффициенте мощности $\cos \varphi_2$:

- реактивная мощность:

$$Q_2 = Q_1 - Q_{\text{к}} \quad (2.105)$$

$$Q_2 = 57,09 - 50 = 7,09 \text{ квар}$$

$$S_2 = \sqrt{P_{л}^2 + Q^2} \quad (2.106)$$

$$S_2 = \sqrt{33^2 + 7,09^2} = 33,75 \text{кВА}$$

Коэффициент мощности:

$$\cos\varphi_2 = P/S_2 \quad (2.107)$$

$$\cos\varphi_2 = 33/33,75 = 0,97$$

Выбор сечения кабеля по длительно допустимому току:

$$I_{\text{доп}} \cdot K_{\text{п}} \geq I_{\text{л}}, \quad (2.108)$$

где $I_{\text{л}}$ – расчетный ток линии;

$I_{\text{доп}}$ – допустимый ток на кабеле данного сечения.

$$I_{\text{доп}} = I_{\text{доп}}^{\text{табл}} \cdot 0,92, \quad (2.109)$$

где $I_{\text{доп}}^{\text{табл}}$ – допустимый табличный ток для трехжильных кабелей, А;

0,92 – поправочный коэффициент для кабелей с числом жил трех и более.

$$I_{\text{л}} = \frac{P \cdot 10^3}{3 \cdot U_{\text{ф}} \cdot \cos\varphi} \quad (2.110)$$

$$I_{\text{л}} = \frac{33 \cdot 1000}{3 \cdot 220 \cdot 0,91} = 54,94 \text{ А}$$

$$I_{\text{доп}} = 27 \cdot 0,92 = 24,8 \quad 24,8 \geq 24,3.$$

Окончательно выбираем кабель ВВГ 3х2,5 с допустимым током $I_{\text{доп}} = 29 \text{ А}$ и сечением $S_{\text{ф}} = 2,5 \text{ мм}^2$.

Действительная потеря напряжения на участке 1:

$$\Delta U_{1-2} = \frac{M_1}{c \cdot S_1} \quad (2.111)$$

$$\Delta U_{1-2} = \frac{368}{46 \cdot 1} = 8\%.$$

Определим расчетные потери напряжения на оставшихся участках:

$$\Delta U'_{\text{доп}} = \Delta U_{\text{доп}} - \Delta U_{1-2} \quad (2.112)$$

$$\Delta U'_{\text{доп}} = 8,5 - 8 = 0,5\%.$$

Сечение проводника:

$$S_{2-3} = \frac{\sum M + \alpha \cdot \sum m}{c \cdot \Delta U_{\text{доп}}} \quad (2.113)$$

$$S_{2-3} = \frac{31}{7,4 \cdot 0,5} = 8,32 \text{ мм}^2$$

Дальнейшие расчет освещения выполняется аналогично, результаты приведены в таблицу 2.16.

Таблица 2.16 - Выбор сечения и марки кабеля общего освещения

Линия	$\sum M$, кВт	$\sum m$, кВт	$\Delta U'_{\text{доп}}$, %	C , о. е.	S , мм ²	$S_{\text{ст}}$, мм ²	I_p , А	$I_{\text{доп}}$, А	ΔU , %	Марка кабеля
Рабочие освещение										
1-2	40,32	1504	4,5	46	7,5	2,5	24,3	24,8	0,16	ВВГ 3x2,5
1-1	368	-	4,34	7,4	8,3	2,5	4,4	17,5	0,16	ВВГ 3x2,5
1-2	240	-	4,34	7,4	3,1	2,5	4,8	17,5	0,16	ВВГ 3x2,5
1-3	336	-	4,34	7,4	2,88	3	4,6	17,5	0,16	ВВГ 3x3
1-4	240	-	4,34	7,4	3	2,5	4,4	17,5	0,16	ВВГ 3x2,5
1-5	320	-	4,34	7,4	3,2	1,5	4,8	17,5	0,16	ВВГ 3x1,5
Аварийное освещение										
1-1	59,4	54,6	4,5	46	4,6	2,5	2,8	17,5	0,57	ВВГ 3x2,5
1-2	54,6	-	3,9	7,4	1,87	6	1,58	17,5	2,8	ВВГ 5x6
1-3	54,6	-	3,9	7,4	1,87	2,5	1,26	17,5	2,8	ВВГ 3x2,5
1-3	54,6	-	3,9	7,4	1,87	2,5	1,26	17,5	2,8	ВВГ 3x2,5
1-3	54,6	-	3,9	7,4	1,87	2,5	1,26	17,5	2,8	ВВГ 3x2,5

2.18.3 Выбор автоматических выключателей

По расчетным токам для защиты группы светильников щита ОЩВ-6-0 36 УПУЗ, выбираем трехполюсный автоматический выключатель серии ВА 5739, условия выбора:

$$I_{\text{ном}}^a \geq I_{p.\text{ном}}^a \quad (2.114)$$

где $I_{p.\text{ном}}^a$ – расчетный номинальный ток для автоматического выключателя,

$I_{\text{ном}}^a$ – номинальный ток автоматического выключателя по справочным

данным:

$$I_{p.\text{ном}}^a = I_{\text{MAX}} \cdot K \quad (2.115)$$

где K – поправочный коэффициент, учитывающий пусковые токи, $K=1,1$;

$$I_{P.НОМ}^A = 28 \cdot 1,1 = 30,8A$$

I_{\max} – наибольший суммарный ток группы электроприемников в номинальном режиме.

Окончательно выбираем автоматический выключатель ВА 3161 с номинальным током $I_{НОМ}^a = 40A$.

По остальным отделениям расчет аналогичен. Результаты расчетов сведем в таблицу 2.17.

Таблица 2.17 - Выбор автоматических выключателей

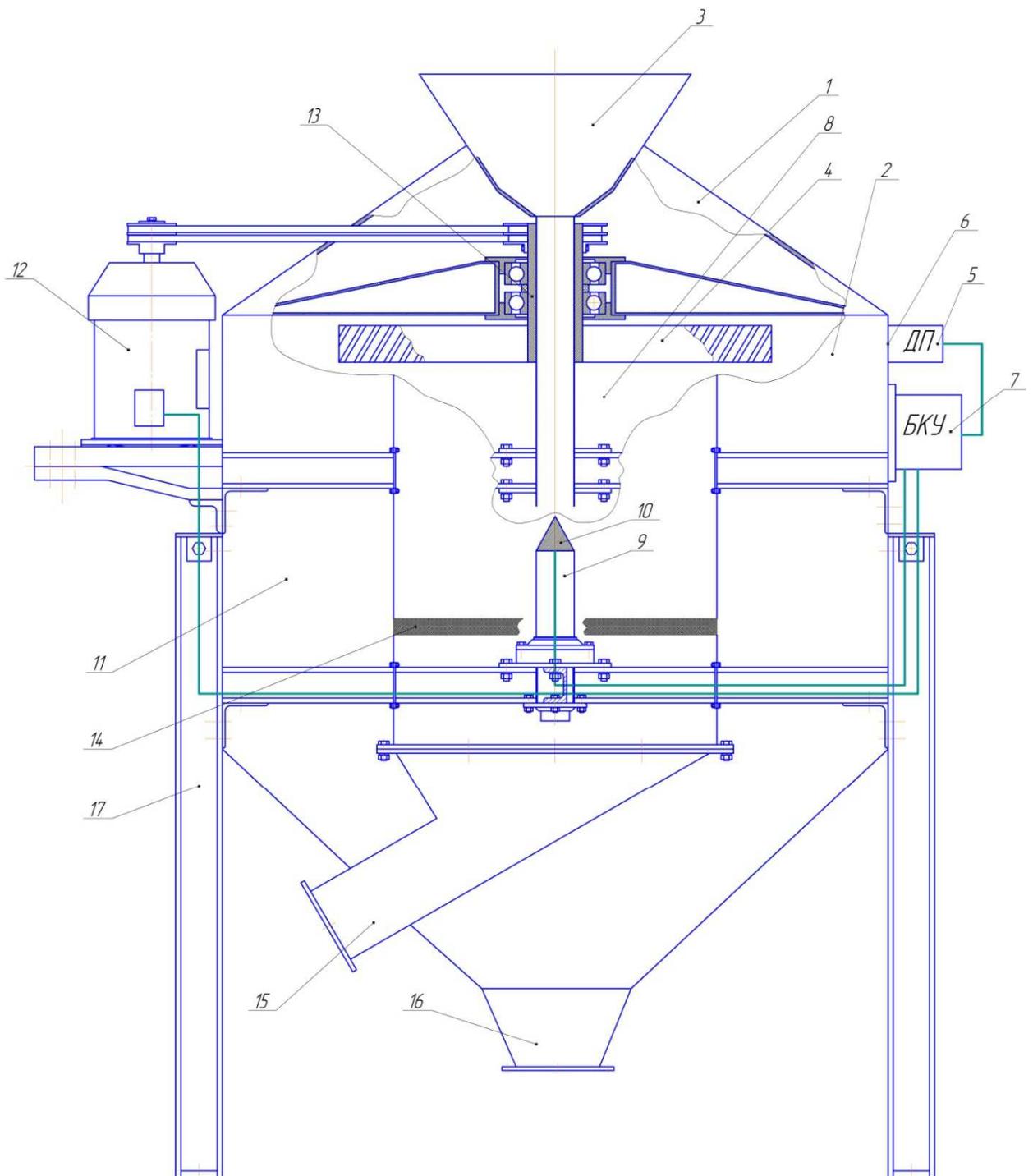
Место установки	Тип выключателя	$I_{НОМ}, A$	$I_{P.НОМ}, A$	Место установки
ОЩВ-6-0 36 УПУЗ	ВА 5739	40	31	на стене

3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Конструкторская разработка

Анализируя рассмотренные выше конструкции сепараторов для послеуборочной обработки зерна, можно сделать вывод, что у них есть большие недостатки: сложность конструкции, трудность в обслуживании, большие затраты на электроэнергию, низкая производительность и сложность в эксплуатации и т.д.

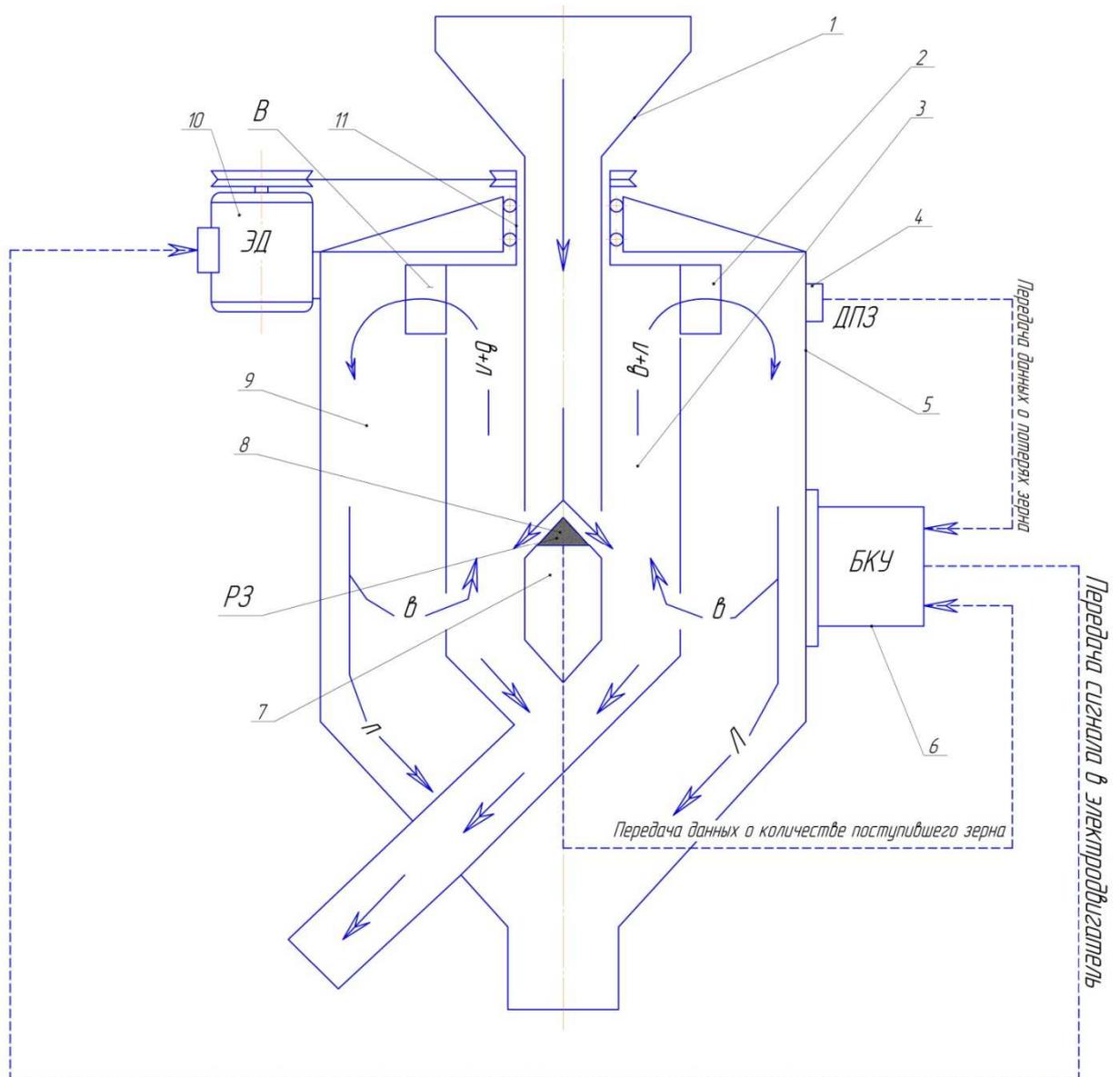
Исходя из этого, мы предлагаем новую конструкцию сепаратора для очистки зернового материала. Сепаратор для очистки зернового материала включает загрузочную воронку 3, вертикальный кольцевой пневмосепарирующий канал 8, расположенный внутри осадочной камеры 11, вентилятор 4 с полым валом 13, электродвигатель привода вентилятора, соединенный с регулятором скорости воздуха, при этом регулятор скорости воздуха соединен с расходомером зерна и датчиком потерь зерна. Датчик потерь зерна размещен на стенке осадочной камеры в зоне соударения ускоренных лопастями вентилятора семян, а расходомер зерна размещен на распределительном устройстве ввода зерна в пневмосепарирующий канал. Расположение датчика потерь зерна в зоне соударения обладающих высокой кинетической энергией семян о стенку осадочной камеры позволяет точно определять потери зерна в отходы. Расположение расходомера зерна на распределительном устройстве ввода зерна в пневмосепарирующий канал не увеличивает габариты пневмосепаратора. В зависимости от параметров сигналов, поступающих с датчика потерь зерна и расходомера зерна, регулятор скорости воздуха изменяет частоту вращения вала электродвигателя (колеса вентилятора), что обеспечивает поддержание оптимальной скорости воздуха в пневмосепарирующем канале в условиях реального функционирования при изменяющихся входных воздействиях.



1-крышка корпуса; 2-корпус сепаратора; 3-загрузочная горловина; 4-вентилятор; 5-дапчик потерь зерна; 6-боковая стенка; 7-блок контроля и управления; 8-пневмосепарирующий канал; 9-отсекатель; 10-датчик расхода зерна; 11-осадочная камера; 12-электродвигатель; 13-полюй вал; 14-кольцевое окно; 15-выгрузная горловина для зерна; 16-выгрузная горловина для лёгких примесей; 17-рама сепаратора.

Рисунок 3.1 – Конструктивная схема пневматического сепаратора с системой автоматизации автоматизации

Функциональная схема работы сепаратора с системой автоматического управления рабочего процесса представлена на рисунке 3.2.



1-загрузочная воронка; 2-вентилятор; 3-пневмосепарирующий канал; 4-датчик потерь зерна; 5-боковая стенка; 6-блок контроля и управления; 7-отсекатель; 8-датчик расхода зерна; 9-осадочная камера; 10-электродвигатель; 11-полый вал.

Рисунок 3.2 - Функциональная схема работы пневматического сепаратора с системой автоматизации

Сепаратор с системой автоматизации работает следующим образом. Зерновой материал, поступающий в загрузочный корпус 1, подается через полый вал 11 вентилятора 2 на отсекаТЕЛЬ 7 ввода зерна в пневмосепарирующий канал 3. Датчик расхода зерна 8, расположенный на устройстве 7 ввода зерна в пневмосепарирующий канал фиксирует величину подачи зерна в пневмосепаратор и передает информацию в блок управления и контроля. Из зернового материала в пневмосепарирующем канале 3 восходящий поток воздуха выделяет легкие примеси, а зерновой материал выводится через нижнюю часть пневмосепарирующего канала 3 из машины. Воздух с легкими примесями в верхней части пневмосепарирующего канала 3 попадает в межлопаточные каналы колеса вентилятора 2, закручивается лопатками и под действием центробежных сил отводится к боковой стенке 5 осадочной камеры 9. На боковой стенке осадочной камеры с внешней стороны установлен датчик потерь зерна 4. Датчик потерь зерна 4 фиксирует импульсы соударения семян очищаемой культуры, которые начинают выноситься с легкими примесями поднявшись вверх по пневмосепарирующему каналу, и попадают в зону действия лопаток вентилятора и ударяются о боковую стенку 5. После удара датчик потерь зерна 4 передает информацию в блок управления и контроля. Блок управления и контроля 6, обрабатывая значения сигналов от датчика расхода зерна и датчик потерь зерна, определяет величину относительных потерь зерна в отходы, соотносит их с допустимым значением относительных потерь зерна в отходы и, при необходимости, регулирует скорость воздуха в пневмосепарирующем канале 3 путем изменения частоты вращения вентилятора 2. Далее легкие примеси по спирали вдоль наружной стенки 5 опускаются в нижнюю часть осадочной камеры 9 и выводятся из машины, а воздух возвращается через кольцевое окно между осадочной камерой 9 и пневмосепарирующим каналом 3 в зону очистки зернового материала.

Преимуществом сепаратора является установка датчика расхода зерна, датчика потерь зерна и блока контроля и управления. Блок управления и контроля 6, обрабатывая значения сигналов, определяет величину

относительных потери зерна в отходы, соотносит их с допустимым значением относительных потерь зерна в отходы и, при необходимости, регулирует скорость воздуха в пневмосепарирующем канале 3 путем изменения частоты вращения колеса вентилятора 2.

Таким образом, применение блока управления и контроля, датчика потерь зерна и датчика расхода зерна позволяет повысить эффективность сепарирования зернового материала и расширить функциональные возможности послеборочной обработки зерна

3.2 Конструктивные расчеты

3.2.1 Расчет клиноременной передачи привода полого вала вентилятора

Исходные данные:

$N=3\text{кВт}$; $n_1=1450\text{ об/мин}$.

Согласно данных для передачи мощности 3 кВт можно применить следующие ремни. Поскольку передача должна быть выполнена с наименьшим межосевым расстоянием, расчет производим по следующим данным: площадь сечения $F=60\text{мм}^2$, высота $h=78\text{ мм}$.

Принимаем наименьший рекомендуемый диаметр ведущего шкива $D_1=80\text{ мм}$.

Скорость ремня определяется по формуле:

$$V = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n_1}{60}, \quad (3.1)$$

где D_1 – диаметр ведущего шкива, мм;

n_1 – угловая скорость, об/мин;

$$V = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 1450}{60} = 6,07\text{ м/сек.}$$

Принимаем коэффициент скольжения $\varepsilon=0,01$ и определяем диаметр ведомого шкива по формуле:

$$D_2 = i \cdot D_1 \cdot (1 - \varepsilon), \quad (3.2)$$

где i – передаточное число;

D_1 – диаметр ведущего шкива, мм²;

ε – коэффициент скольжения;

$$D_2 = 5,5 \cdot 80 \cdot (1 - 0,01) = 435 \text{ мм.}$$

Ближайшее значение диаметр по ГОСТу 1284-57, $D_2 = 450$ мм. При этом определим фактическое передаточное число по формуле:

$$i = \frac{D_2}{D_1 \cdot (1 - \varepsilon)}, \quad (3.3)$$

где D_2 – диаметр ведомого шкива, мм;

D_1 – диаметр ведущего шкива, мм;

ε – коэффициент скольжения;

$$i = \frac{450}{80 \cdot (1 - 0,01)} = 5,7$$

Минимальное межосевое расстояние определяем по формуле:

$$A = 0,55 \cdot (D_2 + D_1) + h, \quad (3.4)$$

где D_2 – диаметр ведомого шкива, мм;

D_1 – диаметр ведущего шкива, мм;

h – высота сечения, мм;

$$A = 0,55 \cdot (450 + 80) + 8 = 295 \text{ мм.}$$

Длина ремня определяется по формуле:

$$L = 2A + \frac{\pi}{2} \cdot (D_2 + D_1) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4A}, \quad (3.5)$$

где A – минимальное межосевое расстояние, мм;

D_2 – диаметр ведомого шкива, мм;

D_1 – диаметр ведущего шкива, мм;

$$L = 2 \cdot 295 + \frac{3,14}{2} \cdot (450 + 80) + \frac{(450 - 80)^2}{4 \cdot 295} = 1538 \text{ мм}$$

Определяем внутреннюю длину ремня:

$$L_B = L - X, \quad (3.6)$$

где L – длина ремня, мм;

X – разность между расчетной и внутренней длиной, мм;

$$L_B = 1538 - 38 = 1500 \text{ мм.}$$

Ближайшая внутренняя длина по ГОСТу 1284-57, $L_B = 1500$ мм. При этом расчетная длина ремня будет рассчитываться по формуле:

$$L_0 = L_B + X, \quad (3.7)$$

где L_B – внутренняя длина ремня, мм;

X – разность между расчетной и внутренней длиной, мм;

$$L_0 = 1500 + 38 = 1538 \text{ мм.}$$

Число пробегов в секунду определяется по формуле:

$$U = \frac{V}{L_0}, \quad (3.8)$$

где V – скорость ремня, м/сек;

L_0 – длина ремня, мм;

$$U = \frac{6,01}{1538} = 3,9 < [U]$$

Уточнение межосевого расстояния определяется по формуле:

$$A = \frac{1}{8} \{ 2 \cdot L_0 - \pi(D_2 + D_1) + \sqrt{[2 \cdot L_0 - \pi(D_2 + D_1)]^2 - 8(D_2 - D_1)^2} \}, \quad (3.9)$$

где L_0 – расчетная длина ремня, мм;

D_2 – диаметр ведомого шкива, мм;

D_1 – диаметр ведущего шкива, мм/

$$A = \frac{1}{8} \{ 2 \cdot 1538 - 3,14(450 + 80) + \sqrt{[2 \cdot 1538 - 3,14(450 + 80)]^2 - 8(450 - 80)^2} \} = 220$$

Угол обхвата на малом шкиве определяется по формуле:

$$\alpha_1^0 = 180 - 60 \cdot \frac{D_2 - D_1}{A}, \quad (3.10)$$

где D_2 – диаметр ведомого шкива, мм;

D_1 – диаметр ведущего шкива, мм;

A – межосевое расстояние, мм.

$$\alpha_1^0 = 180 - 60 \cdot \frac{450 - 80}{200} = 69^\circ$$

Поправочные коэффициенты определяются по формуле:

$$C_v = 1,05 - 0,0005 \cdot V^2, \quad (3.11)$$

где V – скорость ремня, м/сек;

$$C_v = 1,05 - 0,0005 \cdot 6,01^2 = 1,032.$$

При $D_1 = 80$ мм и началом напряжения $\sigma_0 = 0,12$ кг/мм², приведенное напряжение, $K_0 = 0,61$ кг/мм², и допускаемая величина – полезное напряжение определяется по формуле:

$$[K_n] = K_0 \cdot C_\alpha \cdot C_v \cdot C_p, \quad (3.12)$$

где K_0 – приведенное напряжение, кг/мм²;

C_α – геометрический коэффициент, учитывающий влияние на работоспособность передачи угла обхвата малого шкива, $C_\alpha = 0,62$;

C_v – скоростной коэффициент, учитывающий сцепление ремня со шкивом;

C_p – коэффициент режима, зависящий от характера нагрузки, $C_p = 1$.

$$[K_n] = 0,61 \cdot 0,62 \cdot 1,011 \cdot 1 = 0,101 \text{ кг/мм}^2.$$

Окружное усилие рассчитывается по формуле:

$$P = \frac{102 \cdot N}{V}, \quad (3.13)$$

где N – мощность двигателя, кВт;

V – скорость ремня, м/сек.

$$P = \frac{102 \cdot 3}{6,01} = 50 \text{ кг}$$

Требуемое число ремней определяется по формуле:

$$Z = \frac{P}{[K_n] \cdot F}, \quad (3.14)$$

где P - окружное усилие, кг;

$[K_n]$ - допускаемое полезное напряжение, кг/мм²;

F - площадь сечения, мм².

$$P = \frac{50}{0,101 \cdot 60} = 8,2$$

Принимаем $Z=8$.

Наружные диаметры шкивов определяются по формуле:

$$D_{H1} = D_1 + 2C, \quad (3.15)$$

где D_1 -диаметр ведущего шкива, мм²;

$$D_{H1} = 80 + 2 \cdot 3,5 = 87 \text{ мм.}$$

Наружный диаметр шкива определяется по следующей формуле:

$$D_{H2} = D_2 + 2C, \quad (3.16)$$

где D_{H2} - наружный диаметр шкива, мм²;

D_2 - диаметр ведомого шкива, мм²;

$$D_{H2} = 450 + 2 \cdot 3,5 = 457 \text{ мм.}$$

Ширина шкивов определяется по формуле:

$$B = (Z-1) \cdot t + 2S, \quad (3.17)$$

где Z - число ремней.

$$B = (8-1) \cdot 16 + 2 \cdot 10 = 132 \text{ мм.}$$

$$\tau = \frac{2T}{bdl_p} \leq [\tau] \text{ Па}$$

(3.19)

где b - ширина шпонки, м;

У стандартных шпонок b и h подобраны так, что нагрузку соединения ограничивают не напряжения среза, а напряжения смятия. Поэтому при расчетах обычно используют только формулу.

Проведем расчет шпоночного соединения. Шпонка стандартная из шпоночной стали ГОСТ 8787-68 6×6×40мм. Двигатель АИР132М8. Мощность 3 кВт, число оборотов $N=1450$, $T=750/47,12=15,91$ Нм.

Определим напряжение смятия по формуле:

$$\sigma_{см} = \frac{4 \times 15,91}{0,006 \times 0,04 \times 0,022} = 120 \text{ МПа.}$$

Полученное значение $\sigma_{см}$ ниже допустимого 200МПа [12].

3.3 Расчет болтового соединения

Материал болта Ст.3 класс прочности 3.6

Предел прочности $\zeta_b=3,30=30 \text{ кг/мм}^2=30 \text{ МПа.}$

Предел прочности $\zeta_T=3,6=18 \text{ кг/мм}^2=180 \text{ МПа.}$

Допускаемое напряжение на расстоянии определяем по формуле:

$$[\zeta] = \frac{\zeta}{[n]}, \quad (3.20)$$

где $[n]$ - требуемый коэффициент запаса прочности;

$[n]=4\dots 5$ для болтов с диаметром резьбы $b=16 \text{ мм.}$

$$[T_p] = \frac{180}{4,5} = 40 \text{ МПа}$$

Болт поставлен с зазором, в этом случае должно, выполняться условно, определяем по формуле:

$$F_{тр} > Q, \quad (3.21)$$

$$F_{тр} = P \cdot f > Q,$$

где P - усилие затяжки;

f - коэффициент скольжения, $f=0,1\dots 0,5$ без смазки.

$$f_p = K \cdot Q, \quad (3.22)$$

где K - коэффициент запаса прочности, $K=1,7$;

$$P = \frac{K \cdot Q}{F \cdot i}, \quad (3.23)$$

где i - число болтов.

$$P = \frac{1,7 \cdot 480}{0,2} = 2040 \text{ МПа}$$

$$\zeta = [\zeta]_p < \frac{4P}{d}, \quad (3.24)$$

$$d > \frac{4P \cdot 1,3}{\pi \cdot [\zeta_p]}, \quad (3.25)$$

Отсюда:
$$d > \frac{4P \cdot 1,3}{\pi \cdot [\zeta_p]}, \quad (3.26)$$

Определим диаметр стержня d_1 по формуле:

$$d > \frac{4 \cdot 2040 \cdot 1,3}{3,14 \cdot 40} = 84,8 = 8,4 \text{ мм}$$

Диаметр стержня болта принимается равным: $d_1=10$ мм.

Проверку на прочность определяем по формуле:

$$\zeta_p < [\zeta_p] \cdot \frac{4P}{\pi d_1^2}; \quad (3.27)$$

$$\zeta_p < \frac{4 \cdot 2040}{3,14 \cdot 10^2} = 25,9 \text{ МПа.}$$

$$25,9 < 40.$$

Проверка на смятие определяется по формуле:

$$\zeta_{см} < [\zeta_{см}], \quad (3.28)$$

$$\zeta_{\text{см}} = \frac{Q}{F_{\text{см}}} = \frac{P \cdot i}{F_{\text{см}}}, \quad (3.29)$$

где $F_{\text{см}}$ - площадь опорной поверхности стыка, без учета отверстия, мм.

$$F_{\text{см}} = 160 \cdot 50 = 800 \text{ мм}^2,$$

$$\zeta_{\text{см}} = \frac{2040 \cdot 2}{800} = 5,1$$

$$5,1 < 14,4.$$

Проведенные конструктивные расчеты позволяют создать предложенную конструкцию пневматического сепаратора с системой автоматизации.

3.4 Экономическое обоснование пневматического сепаратора с разработкой системы автоматизации

3.4.1 Расчёт массы и стоимости конструкции

Масса конструкции определяется по формуле:

$$G = (G_k + G_r) \cdot K \quad (3.4.1)$$

где G_k – масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов, кг;

G_r – масса готовых деталей, узлов и агрегатов, кг;

K – коэффициент, учитывающий массу расходуемых на изготовление конструкции монтажных материалов ($K=1,05 \dots 1,15$).

Масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов представлена в таблице 3.4.1.

Таблица 3.4.1 - Расчёт массы сконструированных деталей

№ пп	Наименование деталей.	Масса одной детали, кг.	Количество деталей.	Общая масса деталей, кг
1	2	5	6	7
1	Крышка корпуса	30	1	30
2	Загрузочная горловина	10	1	10
3	Вентилятор	50	1	50

4	Рама сепаратора	100	1	100
5	Осадочная камера	20	1	20
6	Опора	15	2	30
7	Выгрузная горловина для зерна	30	1	30
8	Выгрузная горловина для лёгких примесей	25	1	25
9	Корпус сепаратора	50	1	50
Итого:				345

Определим массу конструкции по формуле 3.4.1, подставив значения из таблицы 3.4.1:

$$G = (345 + 100) \cdot 1,05 = 468 \text{ кг}$$

Определение балансовой стоимости новой конструкции производится на основе сопоставления ее отдельных параметров по расчетно-конструктивному способу с использованием среднеотраслевых нормативов затрат на 1 кг массы:

$$C_{\text{б}} = [G_{\text{к}} \cdot (C_{\text{з}} \cdot E + C_{\text{м}}) + C_{\text{нд}}] \cdot K_{\text{нац}} \quad (3.4.2)$$

где $G_{\text{к}}$ – масса конструкции без покупных деталей и узлов, кг;

$C_{\text{з}}$ – издержки производства, приходящиеся на 1 кг, массы конструкции, руб. ($C_{\text{з}} = 0,02 \dots 0,15$);

E – коэффициент измерения стоимости изготовления машин в зависимости от объема выпуска (принимаем $E = 1,5$);

$C_{\text{м}}$ – затраты на материалы, приходящиеся на 1 кг массы машин, руб./кг. ($C_{\text{м}} = 0,68 \dots 0,95$);

$C_{\text{нд}}$ – дополнительные затраты на покупные детали и узлы, руб.;

$K_{\text{нац}}$ – коэффициент, учитывающий отклонение прейскурантной цены от балансовой стоимости ($K_{\text{нац}} = 1,15 \dots 1,4$).

$$C_{\text{в}} = [345 \cdot (0,15 \cdot 1,5 + 0,8) + 120000] \cdot 1,25 = 150442 \text{ руб}$$

3.4.2 Расчёт технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение

Прежде чем приступить к расчету технико-экономических показателей, приведём исходные данные.

Таблица 3.4.2 - Исходные данные сравниваемых конструкций

Наименование	Проектируемой	Базовой
1	2	3
Масса конструкции, кг	468	490
Балансовая стоимость, руб.	150442	200000
Потребная мощность, кВт	3	5

Продолжение таблицы 3.4.2

Часовая производительность, т/ч	5	3
Количество обслуживающего персонала, чел.	1	1
Разряд работы	IV	IV
Тарифная ставка, руб./ч.	80	80
Норма амортизации, %	12,5	12,5
Норма затрат на ремонт ТО, %	10	10
Годовая загрузка конструкции, ч	1000	1000

С помощью этих данных рассчитываются технико-экономические показатели эффективности конструкции триера, и дается их сравнение.

При расчетах показатели базового (существующего) варианта обозначаются как X_0 , а проектируемого как X_1 .

Энергоемкость процесса определяют из выражения:

$$\mathfrak{E}_e = \frac{N_e}{W_z} \quad (3.4.3)$$

где N_e – потребляемая конструкцией мощность, кВт;

W_z – производительность конструкции, т/ч.

Подставив значения в формулу (3.4.3) получим:

$$\mathfrak{E}_e^0 = \frac{5}{3} = 1,66 \text{ кВт} \cdot \text{ч/ч}$$

$$\mathfrak{E}_e^1 = \frac{3}{5} = 0,6 \text{ кВт} \cdot \text{ч/ч}$$

Металлоемкость процесса определяют по формуле:

$$M_e = \frac{G}{W_z \cdot T_{год} \cdot T_{сл}} \quad (3.4.4)$$

где G – масса конструкции, кг;

$T_{год}$ – годовая загрузка конструкции, час;

$T_{сл}$ – срок службы конструкции, лет.

$$M_e^0 = \frac{490}{3 \cdot 1000 \cdot 10} = 0,016 \text{ кг/т}$$

$$M_e^1 = \frac{468}{5 \cdot 1000 \cdot 10} = 0,009 \text{ кг/т}$$

Фондоёмкость процесса определяют по формуле:

$$F_e = \frac{C_{\delta}}{W_z \cdot T_{\text{год}}} \quad (3.4.5)$$

где C_{δ} – балансовая стоимость конструкции, руб.

$$F_e^0 = \frac{200000}{3 \cdot 1000} = 66 \text{ руб./кг}$$

$$F_e^1 = \frac{150442}{5 \cdot 1000} = 30 \text{ руб./кг}$$

Трудоёмкость процесса определяют по формуле:

$$T_e = \frac{n_p}{W_z} \quad (3.4.6)$$

где n_p – количество рабочих, чел.

$$T_e^1 = \frac{1}{5} = 0,2 \text{ чел} \cdot \text{час/кг}$$

$$T_e^0 = \frac{1}{3} = 0,33 \text{ чел} \cdot \text{час/ед}$$

Себестоимость работы определяют по формуле:

$$S = C_{\text{зн}} + C_{\text{э}} + C_{\text{рто}} + A \quad (3.4.7)$$

где $C_{\text{зн}}$ – затраты на оплату труда, руб/кг;

$C_{\text{рто}}$ – затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб/кг;

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

A – амортизационные отчисления, руб/кг.

Затраты на заработную плату определяют по формуле:

$$C_{\text{зн}} = Z \cdot T_e \quad (3.4.8)$$

где Z – часовая тарифная ставка, руб/ч:

$$C_{\text{зн}}^1 = 100 \cdot 0,2 = 20 \text{ руб/кг}$$

$$C_{\text{зн}}^0 = 100 \cdot 0,33 = 33 \text{ руб./кг}$$

Затраты на электроэнергию определяют по формуле:

$$C_э = Ц_э \cdot Э_c \quad (3.4.9)$$

где $Ц_э$ - комплексная цена за электроэнергию, руб/кВт.

$$C_э^1 = 2,8 \cdot 0,6 = 1,68 \text{ руб./кг}$$

$$C_э^0 = 2,8 \cdot 1,66 = 4,64 \text{ руб./кг}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяют по формуле:

$$C_{рмо} = \frac{C_б \cdot H_{рмо}}{100 \cdot W_ч \cdot T_{год}} \quad (3.4.10)$$

где $H_{рмо}$ - суммарная норма затрат на ремонт и техобслуживание, %.

Полученные значения подставим в формулу 3.4.10:

$$C_{рмо}^1 = \frac{150442 \cdot 10}{100 \cdot 5 \cdot 1000} = 3 \text{ руб./кг}$$

$$C_{рмо}^0 = \frac{200000 \cdot 10}{100 \cdot 3 \cdot 1000} = 6,6 \text{ руб./кг}$$

Затраты на амортизационные отчисления определяют по формуле:

$$A = \frac{C_б \cdot a}{100 \cdot W_ч \cdot T_{год}} \quad (3.4.11)$$

где a - норма амортизации, %.

$$A^1 = \frac{150442 \cdot 12,5}{100 \cdot 5 \cdot 1000} = 3,7 \text{ руб./кг}$$

$$A^0 = \frac{200000 \cdot 12,5}{100 \cdot 3 \cdot 1000} = 8,3 \text{ руб./кг}$$

Полученные значения подставим в формулу 3.4.7:

$$S_{экс}^1 = 20 + 1,68 + 3 + 3,7 = 28,38 \text{ руб./кг}$$

$$S_{экс}^0 = 33 + 4,64 + 6,6 + 8,3 = 52,54 \text{ руб./кг}$$

Приведённые затраты определяют по формуле:

$$C_{прив} = S + E_n \cdot F_n \cdot k \quad (3.4.12)$$

где E_H – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений ($E_H = 0,1$);

F_c – фондоемкость процесса, руб./кг;

k – удельные капитальные вложения, руб./кг.

$$C_{\text{прив}}^1 = 28,38 + 0,1 \cdot 30 = 31,38 \text{ руб/кг}$$

$$C_{\text{прив}}^0 = 52,54 + 0,1 \cdot 66 = 59,14 \text{ руб/кг}$$

Годовую экономию определяют по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot W_q \cdot T_{\text{год}} \quad (3.4.13)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (52,54 - 28,38) \cdot 5 \cdot 1000 = 120800 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяют по формуле:

$$E_{\text{год}} = (C_{\text{прив}}^0 - C_{\text{прив}}^1) \cdot W_q \cdot T_{\text{год}} \quad (3.4.14)$$

$$E_{\text{год}} = (59,14 - 31,38) \cdot 5 \cdot 1000 = 138800 \text{ руб}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяют по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{б1}}}{\mathcal{E}_{\text{год}}} \quad (3.4.15)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{150442}{120800} = 1,24 \text{ года}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяют по формуле:

$$E_{\text{эф}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{год}}}{C_{\text{б}}} \quad (3.4.16)$$

$$E_{\text{эф}} = \frac{120800}{150442} = 0,80$$

Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции показаны в таблице 3.4.4.

Таблица 3.4.3 - Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

№ пп	Наименование показателей	Базовый	Проект	Проект в % к базовому
1	2	3	4	5
1	Часовая производительность, кг/с	3	5	160
2	Фондоёмкость процесса, руб./кг	66	30	45
3	Энергоёмкость процесса, кВт./кг	1,66	0,6	36
4	Металлоёмкость процесса, кг/т	0,016	0,009	56
5	Трудоёмкость процесса, чел*ч/кг.	0,33	0,2	60
6	Уровень эксплуатационных затрат, руб./кг	52,54	28,38	54
7	Уровень приведённых затрат, руб./кг.	59,14	31,38	53
8	Годовая экономия, руб.	120800		
9	Годовой экономический эффект, руб.	138800		
10	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	1,24		
11	Коэффициент эффективности капитальных вложений	0,80		

Как видно из таблицы 3.4.3 спроектированная конструкция пневматического сепаратора с системой автоматизации является экономически эффективной, так как срок окупаемости: менее 1,5 года и коэффициент эффективности равен: 0,80.

3.5 Техника безопасности при эксплуатации сепаратора с системой автоматизации работы

- к работе допускаются лица, достигшие 18 лет, прошедших медицинское освидетельствование, ознакомившиеся с правилами техники безопасности в растениеводстве, а также с техническим описанием и инструкции по эксплуатации данного сепаратора, прошедшие обучение и проверку знаний правил, норм и инструкций по охране труда;

- на рабочем месте имеется вредный фактор: запыленность воздуха;
- запрещается на рабочем месте заниматься посторонними делами;
- соблюдать требования пожарной безопасности;
- соблюдать правила личной гигиены и требований охраны труда;

- за несоблюдение правил инструкции работник несет полную ответственность.

Требования безопасности до начала работы

- одеть специальную одежду;
- ознакомиться с инструкцией;
- перед началом работы подготовить рабочее место; проверить состояние рабочих органов сепаратора; убедиться, что на рабочих органах нет посторонних предметов;
- проверить и убедиться в наличии и исправности средств индивидуальной защиты, средств пожаротушения
- проверить состояние всех датчиков управления;
- проверить правильность работы системы автоматизации.

Требования безопасности во время работы

- работник должен следить за исправностью сепаратора;

Запрещается:

- прикасаться к нагретым частям сепаратора;
- оставлять оборудование без присмотра;
- стоять около вращающихся частей оборудования;
- класть на защитные кожухи ключи, болты, гайки и другие предметы;
- присутствие посторонних лиц возле работающего сепаратора;
- при появлении неисправности на установке немедленно отключить установку.

Требования безопасности при аварийных ситуациях

- при появлении нехарактерных для нормальной работы стуков и шумов немедленно отключить оборудование;
- при несчастных случаях уметь оказать первую помощь пострадавшему и немедленно обратиться в медицинский пункт.

ВЫВОДЫ

Качество и эффективность технологических процессов послеуборочной обработки зерна в хозяйстве определяется уровнем использования зерна и электроэнергии. На эффективность послеуборочной обработки зерна оказывает влияние структура и режимы технологического процесса, технологические свойства зерна, состав технологического оборудования.

В процессе разработки технологии и конструкции пневматического сепаратора с системой автоматизации, были использованы все необходимые агротехнические требования к качеству получения хорошего очищенного зерна. Внедрение предлагаемой нами технологии может дать наибольший экономический эффект.

Актуальность приобретает проблема совершенствования машин и оборудования, которые участвуют в послеуборочной обработке зерна, а также зерноочистительных комплексов и линий.

Предлагаемый сепаратор имеющий простоту конструкции и производительность – 5 т/ч, соответственно меньшие затраты электроэнергии, по сравнению с другими пневматическими сепараторами.

По технико-экономическим расчетам срок окупаемости данного сепаратора менее 1,5 года, соответственно коэффициент эффективности капитальных вложений равен 0,80, что показывает экономическую целесообразность ее приобретения и применения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдеев А. В., Кремнев Ю. А. Механизация послеуборочной обработки семян и увеличение производства зерна - Ж. Тракторы и сельскохозяйственные машины. - 2000, № 5,-21 с.
2. Авдеев А. В. Механико-технологические основы расчета и проектирования сельскохозяйственных зерносушильных линий. - М.:ВИСХОМ, 1992.
3. Булгариев Г. Г., Абдрахманов Р. К., Валиев А. Р. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ. Казань: Изд-во КГАУ, 2008. – 61 с.
4. Васько В.Т. «Технология возделывания полевых культур в странах мира на рубеже 21 века». - СПб.: ПРОФИКС, - 2006.- 230 с.
5. Вобликов М.Е., Буханцов В.А., Маратов Б.К. «Технология хранения зерна» Учебник для вузов/под ред. М.Е. Вобликова. - СПб.: Издательство «Лань»,2003. - 448 с.
6. Вобликов Е.М., Буханцов В.А., Маратов Б.К., Прокопец А.С. Послеуборочная обработка и хранение зерна. – Ростов на Дону: «МарТ, 2001. - 240 с.
7. Грушин Ю.Н., Проектирование технологических линий послеуборочной обработки зерна и семян. – Вологда, 1999.- 272 с.
8. Конарёв, Ф.М. Охрана труда; Москва : Изд-во Агропромиздат, 2000.- 200с
9. Лебедев В.Б. Промышленная обработка и хранение семян. — М.: Агропромиздательство — 1991. — 255 с.
10. Личко И.М. «Стандартизация и сертификация продукции растениеводства» Москва: Юнит, 2004. – 286 с.
11. Начинов Д. С. Совершенствование линий для послеуборочной обработки зерна // Тракторы и сельскохозяйственные машины.- 2005. - № 1. - с. 18.

12. Пасыпанов Г.С. «Растениеводство», М.: Колос, - 2007 г.- 178 с.

13. Пивень В. В. Основные направления совершенствования технологии и техники для послеуборочной обработки зерна // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2003. - № 8. – 205 с.

14. Сычугов Н.П. Пневмосепарирующее устройство зерноочистительной машины по патенту 2084295./Россия/ Захаров П.Н. – опубл. – 20.07.1997.

15. Тарасенко А.П., Оробинский В.И., Мерчалова. Совершенствование послеуборочной обработки семян зерновых культур // Механизация и электрификация сел. хоз-ва. - 1999. - № 12. - 27-28 с.

15. Тарасенко А.П., Оробинский В.И., Сундеев А.А., Шередекин В.В., Гиевский А.М. Новое поколение зерноочистительных машин // Тракторы и с.-х. машины. –2007. -№ 5. –12-14 с.

16. Тючкалов Л.В., Буторина Л.К., Леконцева Т.А. Методические указания по выполнению курсовой работы на тему: «Технология послеуборочной обработки и хранения зерна в хозяйстве».– Киров, 2009.-21 с.

17. Халанский В.М., Горбачев И.В. Сельскохозяйственные машины.-М.: Колос, 2003.- 624 с

18. Шкрабак В.С., Луковников А.В., Тургиев А.К. Безопасность жизнедеятельности. М.: Колос, 2002.- 512 С.

