

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса**

Направление «Агроинженерия»
Профиль «Электрооборудование и электротехнологии»
Кафедра «Машины и оборудование в агробизнесе»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Тема: «Проектирование пункта электроснабжения зернотока с
усовершенствованием электрической системы семяочистительной
машины СМ-4 »

Шифр ВКР 35.03.06.160.18.УЭССМ.00.00.00.ПЗ

Выпускник гр. 243 _____ Гарафиев И.Г.

Руководитель _____ Булгариев Г.Г.
_____ доцент

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите (протокол №____ от
«___» _____ 2018г.)

Зав. кафедрой профессор _____ Зиганшин Б.Г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса
Направление «Агроинженерия»
Профиль «Электрооборудование и электротехнологии»
Кафедра «Машины и оборудование в агробизнесе»

«УТВЕРЖДАЮ»
Зав. кафедрой
_____/Зиганшин Б.Г./
« ____ » _____ 2018г.

ЗАДАНИЕ
на выпускную квалификационную работу

Студенту Гарафиеву Ильмазу Габбасовичу

Тема проекта: «Проектирование пункта электроснабжения зернотока с усовершенствованием электрической системы сеяноочистительной машины СМ-4»

утверждена по ВУЗу № ____ от « ____ » _____ 2018г.

2. Срок сдачи студентом законченного проекта «16» июня 2018г.

3. Исходные данные к проекту: Материалы, собранные в период преддипломной практики по данной теме, а также новые технические решения (А.С., патенты, статьи и др.).

4. Перечень подлежащих разработке вопросов: 1. Обзор литературных и патентных источников; 2. Технологическая часть; 3. Конструктивная часть; 4. Выводы (заключение).

5. Перечень графических материалов:

Лист 1 – Существующие устройства сеяноочистительных машин; Лист 2 – Кинематическая схема и схема механизма передвижения СМ-4 Лист 3 – Сборочный чертеж устройства автоматической регулировки загрузки сеяноочистительной машины СМ-4; Лист 4– Сборочный чертеж устройства решетного стана СМ-4; Лист 5 – Детализовка; Лист 6 – Техничко-экономические показатели.

6. Дата выдачи задания: «____» _____ 20__ г.

Календарный план

№ п/п	Выполнение выпускной квалификационной работы	Срок выполнения	Примечание
1	I раздел выпускной квалификационной работы	01.05.2018	
2	II раздел выпускной квалификационной работы	20.05.2018	
3	III раздел выпускной квалификационной работы	10.06.2018	

Студент-выпускник

/Гарафиев И.Г./

Руководитель проекта
к.т.н., доцент каф. «МОА»

/Булгариев Г.Г./

АННОТАЦИЯ

выпускной квалификационной работы Гарафиев И.Г. на тему «Проектирование пункта электроснабжения зернотока с усовершенствованием электрической системой семяочистительной машины СМ-4».

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 68 листах машинописного текста и графической части на 6 листах формата А1.

Записка состоит из введения, трех разделов, выводов и включает 6 рисунка, 2 таблицы и приложения. Список используемой литературы содержит 25наименование.

В первом разделе дан обзор литературных и патентных источников.

Во втором разделе приведено усовершенствование технологии и электрической системы машин для очистки и сортирования зерна, а также мероприятия по улучшению условий труда.

В третьем разделе усовершенствована электрическая система семяочистительной машины, проведены соответствующие конструктивные расчеты, приведены требования по безопасности труда, мероприятия по охране окружающей среды, экономическое обоснование и анализ по технико-экономическим показателям.

Записка завершается выводами, списком использованной литературы и спецификацией чертежей.

ANNOTATION

final qualifying work Garafiev IG on the theme "Design point power supply of grain with the improvement of the electrical system seed cleaning machine CM-4".

Final qualifying work consists of explanatory notes on 68 sheets of typewritten text and graphics on 6 sheets A1.

The note consists of an introduction, three sections, conclusions and includes 6 figures, 2 tables and annexes. The list of references contains 25 names.

The first section provides an overview of the literature and patent sources.

The second section presents the improvement of technology and electrical system of machines for cleaning and sorting grain, as well as measures to improve working conditions.

In the third section, the electrical system of the seed cleaning machine has been improved, appropriate design calculations have been carried out, labor safety requirements, environmental protection measures, economic justification and analysis on technical and economic indicators have been given.

The note ends with conclusions, a list of references and specification drawings.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ И ПАТЕНТНЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	9
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	27
2.1 Агрономические и технические требования к технологии очистки и сортирования семян	27
2.2 Определение оптимальной загрузки зернотока.....	29
2.2.1 Расчет суточной загруженности зернотока	29
2.3 Расчет основного технологического оборудования для зернотока.....	31
2.3.1 Потребное число автомобильных весов	33
2.3.2 Производительность машин для предварительной очистки.....	33
2.3.3 Масса отходов после предварительной очистки зерна.....	34
2.3.4 Производительность первичной и вторичной чистки.....	34
2.3.5 Определение количества протравливателей.....	35
2.4 Определение площади зернотока.....	36
2.4.1 Расчет площади временного хранения зерна.....	36
2.4.2 Площадь под зерноскладские помещения.....	36
2.4.3 Общая площадь зернотока. Общая площадь зернотока находится по зависимости.....	36
2.5 Общее энергопотребление зернотока.....	36
2.5.1 Схема электроснабжения зернотока.....	37
2.5.2 Расчет электроснабжения электропотребителей зернотока.....	37
2.5.3 Подбор плавких предохранителей.....	38
2.5.4 Выбор сечения проводов.....	39
2.6 Выбор типа освещения и электротехнический расчет.....	40
2.6.1 Выбор освещения и подбор ламп.....	40
2.6.2 Расчет наружного освещения.....	42
2.7 Организационные мероприятия по улучшению условий труда специалистов.....	43

2.8 Организационные мероприятия по улучшению условий труда механизаторов.....	44
2.9 Физическая культура на производстве.....	45
2.10 Выводы по второй главе.....	45
3 Конструктивная часть	46
3.1 Исходные данные.....	46
3.2 Назначение и область применения.....	46
3.3 Устройство сеяноочистительной машины СМ-4М.....	46
3.4 Техническая характеристика проектируемой сеяноочистительной машины СМ-4М.....	47
3.5 Процесс очистки семян сеяноочистительной машиной.....	51
3.6 Конструктивные расчеты.....	53
3.6.1 Выбор схемы питания привода.....	53
3.7 Прочностные расчеты конструкций.....	56
3.7.1 Расчет вала.....	56
3.7.2 Расчет вала на изгиб.....	57
3.7.3 Расчет шпонки на срез и на смятие.....	59
3.8 Основные положения безопасности к разработанной конструкции.....	60
3.8.1 Требования безопасности труда к конструкции сеяноочистительной машины.....	60
3.8.2 Инструкция по безопасности труда для оператора молотильного устройства.....	61
3.8.3 Расчет заземления.....	62
3.9 Оценка технико-экономической эффективности использования усовершенствованной электрической системы сеяноочистительной машины ...	63
3.9.1 Обоснование технологии использования и конструкции электрической системы СМ-4М.....	63
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	66
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	67
СПЕЦИФИКАЦИЯ.....	69

ВВЕДЕНИЕ

Послеуборочная обработка зерна и семян является одной из ответственных этапов производства зерна. Её основная задача - доведение зернового вороха до необходимого уровня. Поэтому основные требования к построению технологических процессов послеуборочной обработки зерна и соответствующей системы машин должны обеспечить снижение затрат труда на единицу продукции и повышение качества продовольственного и посевного зерна, удовлетворять современным агротехническим требованиям подготовки и хранения посевного материала. При этом показатели работы зерноочистительных машин во многом зависят от полноты их загрузки исходных материалов, влажности, засоренности и других его физико-механических свойств.

Послеуборочная обработка осуществляется зерноочистительными и семяочистительными машинами. Конструктивно-технологические схемы современных машин для послеуборочной обработки зерна разнообразны, отличаются как по конструкции рабочих органов, так и по системам аспирации и сепарации. Они эффективно применяются как в автономном режиме, так и в составе зерноочистительно - сушильных комплексов.

Также известно, что в целях улучшения конструкции и повышения эффективности работы зерноочистительных машин необходимы широкие исследования по изысканию новых методов сепарации зерна, решение технических и технологических задач.

Кроме того, более надежным можно считать управление рабочим процессом зерноочистительных машин методом автоматического регулирования с устройствами для оптимальной установки основных параметров по заданным свойствам зернового материала. При этом автоматизации рабочего процесса машины легче достичь, если она связана с другими машинами в едином технологическом процессе, так как применение сравнительно сложных и дорогих устройств для комплекса машин экономически выгоднее.

Однако существующие зерноочистительные и семяочистительные машины обладают рядом существенных недостатков в плане автоматического регулирования загрузки машин и основных механизмов.

В тенденции развития семяочистительных машин указывается на улучшение ряда конструктивных схем, автоматической регулировки загрузки зерноочистительных машин и электроснабжения зернотоков.

Настоящая работа посвящена проектированию пункта электроснабжения зернотока с усовершенствованием электрической системы семяочистительной машины СМ-4

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ И ПАТЕНТНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Литературно-патентные источники охватывают большое количество информации. Из них, по нашей (указанной) теме, прослеживается, что семяочистительные машины нуждаются в комплектовании новыми узлами, рабочими органами, повышающих качество послеуборочной обработки зерна и снижающих энергоемкость технологических процессов.

При этом были рассмотрены их конструктивные особенности и электрические системы, а также технологические схемы электроснабжения зернотоков[2,7,20,25].

Литературно-патентный обзор также показывает тенденцию развития и совершенствования семяочистительных машин[14,15,16,17,23,24 и др.].

Однако анализ указанных работ раскрыл низкое качество выполняемой работы существующих конструкций из-за недостатка совершенных рабочих органов, связанных с электричеством в полной мере выполняющих агрономические и технические аспекты (требования).

Как стало известно, что по проделанной работе, для реализации указанной цели по очистке семян в настоящее время применяются различные машины и устройства, которые по всем показателям проявляют себя по-разному. Важную роль в этом играют электромагнитные сепараторы, электрокоронные сепараторы, машины для сортирования зерна по цвету, фрикционные очистки, вибрационные зерноочистительные машины и другие.

Так, например, в магнитном сепараторе основанием является магнитный способ сепарации, где использованы различные свойства гладкой и шероховатой поверхностей семян воспринимать железистый порошок тонкого помола. Семена некоторых сорняков не могут быть выделены на воздушных, решетных и триерных очистках, так как по размерам и аэродинамическим свойствам они близки к семенам культурных растений. Но сорняки имеют шероховатую поверхность в отличие от гладких семян культурных растений, поэтому их можно выделить на магнитном сепараторе. Физико-механические свойства порошка влияют на рабочий режим машины и качество очистки семян. Магнитный

порошок должен обладать внедряемостью, т. е. способностью обволакивать поверхность семян, и магнитной проницаемостью - способностью притягиваться магнитом.

Внедряемость определяется отношением массы приставшего к семенам порошка к первоначальной массе семян и зависит от размеров частиц порошка, свойств магнитной составляющей и способа опыливания семян порошками с увлажнением или без увлажнения.

Магнитная восприимчивость χ порошка находится в прямой зависимости от магнитной проницаемости μ (магнитной силы)[4]:

Магнитная проницаемость зависит от наличия в составе порошка Fe_3O_4 . Закись железа FeO магнитными свойствами не обладает; окись железа Fe_2O_3 магнитными свойствами обладает, но меньше, чем Fe_3O_4 . Размеры частиц порошка находятся в пределах 0,5-70 мкм и состоят из железных частиц и инертного заполнителя (мел; гипс, известь), механически смешанных в определенной пропорции. В отечественных электромагнитных семяочистительных машинах применяется порошок марки ДХЗ-80, который состоит из 80% крокса и 20% гипса. Крокс является продуктом растворения стальной и чугуновой стружки в ваннах с соляной кислотой и содержит 74% окиси железа Fe_2O_3 , 17% закиси железа FeO , 6,4 % нерастворенных веществ и 2,6% воды.

По устройству главного рабочего органа магнитные сепараторы делятся на ленточные и барабанные.

Принцип действия ленточного магнитного сепаратора заключается в том, что зерновая смесь, обработанная порошком, подводится в поле электромагнита бесконечной продольной лентой. Через то же магнитное поле проходят над первой две другие поперечные бесконечные ленты. Гладкие зерна, не воспринявшие порошка, проходят магнитное поле и исходят с другого конца продольной ленты. Семена сорняков, покрытые порошком, притягиваются магнитом к поверхности двух поперечных лент, отводятся в сторону и выпадают, как только выходят из магнитного поля. Ленточные магнитные сепараторы в СНГ

не получили распространения.

Основным рабочим органом барабанного магнитного сепаратора является электромагнитный двухручевой барабан с неподвижной магнитной системой. Он состоит из неподвижного вала, на котором установлены две катушки возбуждителя, и трех стальных секторов электромагнита. С торцевых сторон барабан закрыт двумя литыми крышками, а по окружности латунным кожухом, приклепанным к крышкам. Кожух имеет по всей окружности четыре кольцевых рифля, каждая пара которых образует ручей, по которому пропускаются семена, проходящие в электромагнитное поле. Кожух барабана совершает 43 об/мин. Зазор между вращающимся кожухом и полюсной поверхностью электромагнитов 0,25 мм. Сектора электромагнитов располагаются только на одной половине барабана.

Магнитная зерноочистительная машина ЭМС-1А, предназначена для очистки семян клевера, люцерны, льна и других культур от трудноотделимых семян сорных растений (повилики, смолевки, плевела, василька) с шероховатой поверхностью.

Исходный материал, предварительно обработанный на ветрорешетных и триерных зерноочистительных машинах, загружается в бункер. После чего самотеком через отверстия диска поступает в смесительный шнек. При сухом способе очистки вода в увлажнитель не поступает. Магнитный порошок подается из аппарата дозировки шнеком в смеситель, где очищаемые семена тщательно перемешиваются с магнитным порошком. При этом шероховатые семена сорняков, а также щуплые, поврежденные и битые семена основной культуры обволакиваются магнитным порошком, и далее вся смесь поступает в наклонный шнек и на лотковый транспортер, совершающий колебательные движения. Оттуда, разделившись на два потока, смесь плавно сходит в ручьи магнитного барабана. Барабан притягивает покрытые магнитным порошком семена сорняков и относит их в нижнюю часть, так как магнитными свойствами обладает только передняя половина барабана.

В электромагнитном поле приемника происходит разделение исходной

смеси на три фракции: чистые полноценные семена - первый сорт(I); некоторая часть чистых полноценных семян, щуплые семена и малошероховатые - второй сорт (II); щуплые, загнившие, поврежденные вредителями, битые, мятые семена, шероховатые сорные семена и излишки магнитного порошка - третий сорт(III).

Для выделения семян подорожника и горчака из семян клевера и люцерны применяют увлажненный способ очистки. В этом случае вода из бачка по шлангу поступает в увлажнитель на вращающийся диск и под действием центробежных сил разбрызгивается на мелкие капли, увлажняя поступившие семена. В смесительном шнеке семена перелопачиваются в течение 3 мин до поступления порошка, который в этом случае подается не в верхнюю смесительную камеру, а в нижнюю. Далее процесс работы машины не отличается от сухого способа очистки.

Для питания электромагнитов постоянным током на машине установлен селеновый выпрямитель ВСА-5А. Для отсасывания магнитной пыли в местах ее образования (над лотковым транспортером, у приемника отходов под барабаном и др.) имеется электровентилятор, трубопровод и пылеосаждающий циклон, который устанавливается вне рабочего помещения.

Для очистки шероховатых семян и отходов от порошка и удаления порошка, прилипшего к очищенным семенам, применяют машины, имеющие щеточный барабан, решетчатую или наждачную обечайку, вентилятор и аспирационную камеру со шнеком. Очищенный магнитный порошок используют при последующих очистках.

Рассмотрим расчет магнитного сепаратора. Для этого обозначим через P силу магнитного поля, действующую на притянутое к барабану зерно, которая должна быть больше веса mg зерна и центробежной силы $m\omega^2$:

$$P \geq mg + m\omega^2.$$

В свою очередь, $P = c \chi V H dH/ds$,

где c - опытный коэффициент; χ - магнитная восприимчивость порошка; V - объем порошка, удерживаемый одним семенем, см^3 ; H - напряженность магнитного поля, Э; dH/ds - градиент поля, характеризуемый изменением напряженности поля на

расстоянии s в направлении действия магнитной силы, Э/см.

Градиент поля выражается следующей зависимостью[4]:

$$dH/ds = (B_2 - B_1)/(0,8s_{1-2}),$$

где B_1 и B_2 - индукции поля на конце первого и второго полюсов магнитного сектора, Гс; s_{1-2} - расстояние между концами полюсов магнитов.

Тогда

$$с \chi V H (B_2 - B_1)/(0,8s_{1-2}) \geq m(g + r\omega^2).$$

Это неравенство служит основанием для выбора электромагнитных параметров магнитного сепаратора.

Известны электронные сепараторы. Здесь электрические свойства материала находятся в тесной связи с его механическими свойствами и биологическим строением. При электрических способах разделения зерновых смесей используют разницу в электропроводности, диэлектрической проницаемости, способности воспринимать и отдавать заряд. В последнем случае заряженные частицы падают в пространстве между двумя электродами. При этом положительно заряженные частицы притягиваются к отрицательному электроду, а отрицательно заряженные к положительному электроду. Такой способ можно использовать для очистки мелких семян тимopheевки, клевера, семян зерновых культур от легких примесей.

Самым эффективным способом зарядки частиц является зарядка их в поле коронного разряда, в результате которого образуются положительные и отрицательные ионы, полученные в результате расщепления молекул воздуха. При положительной короне межэлектродное пространство заполняется положительными ионами. При отрицательном потенциале на электроде малого диаметра корона возникает при более низких напряжениях, чем при положительном потенциале. Поэтому в практике большее применение нашли электроочистительные машины с отрицательной короной.

Электрокоронные сепараторы могут быть камерные и барабанные.

В камерном коронном сепараторе частицы зерновой смеси, получившие заряд в межэлектронном пространстве, движутся под действием двух сил: силы притяжения электрического поля $F = QE$ (где Q величина заряда частицы; E -

напряженность поля); и веса $P = mg$. Под действием этих сил частицы будут падать вниз и смещаться к осадительному электроду. В зависимости от свойств частиц эти силы и их равнодействующие будут различны. На рисунке показаны для двух частиц действия различных по величине сил: F_1 , F_2 и P_1 , P_2 , которые при геометрическом сложении дают различные векторы равнодействующих R_1 и R_2 , отклоненных от вертикали на углы α_1 и α_2 .

Частица, на которую действует большая сила электрического поля F_1 , опустится за время притяжения к осадительному электроду на меньшую высоту по сравнению со второй частицей, на которую действует сила $F_2 < F_1$. Поставленные на разной высоте возле осадительного электрода скатные доски обеспечивают сбор разделяемого материала в вертикальной плоскости. При вертикальной сепарации получается четкое разделение зерновых смесей, но наблюдаются отскоки частиц от поверхности осадительного электрода. Если же внизу камеры поставить лотки, куда будут попадать частицы, имеющие пологие и крутые траектории, то получим, разделение в горизонтальной плоскости, значительно меньшее по четкости, чем в вертикальной. Но зато влияние отскоков будет мало.

В барабанном электрокоронном сепараторе заземленный вращающийся барабан является осадочным электродом. Он представляет собой трубу диаметром 300-400 мм, поверхность которой может иметь изоляционные покрытия. В качестве изоляции используют ворсистые материалы или полихлорвиниловые пленки. Барабан должен быть отбалансирован, допускается биение 0,2-0,3 мм. Частота вращения барабана регулируется в пределах 30-60 об/мин. Неподвижный коронирующий электрод 2 состоит из двух жестко связанных дуг, закрепленных на изоляторах. Между дугами параллельно оси барабана на определенном расстоянии натягиваются проводники диаметром 0,3 мм, длина которых должна быть больше длины барабана на 20 мм.

Частица, поступившая на поверхность вращающегося барабана, получает отрицательный заряд от движущихся отрицательных ионов, летящих от коронирующего электрода к барабану. Поэтому перемещается и прижимается к

барабану. На частицу действует сила притяжения поля F_1 , сила взаимодействия заряженной частицы с плоскостью барабана F_2 , вес mg , центробежная сила $P_{Ц}$. Силы F_1 и F_2 прижимают частицу к поверхности барабана.

В зависимости от суммарного действия сил одни частицы сразу отбрасываются с поверхности барабана, вторые – в нижнем положении, третьи – вне сферы поля, а четвертые настолько прилипают к барабану, что могут быть отделены от него с помощью специальных щеток, расположенных с противоположной коронирующему электроду стороны барабана.

Тяжелые, влажные частицы раньше отрываются от поверхности барабана, а сухие дольше удерживаются на его поверхности.

Электрозерновая машина барабанного типа состоит из загрузочного бункера, трех технологических секций, выгрузкой секции. Технологическая секция состоит из коронирующего и вращающего заземленного электродов, механизмов очистки и промежуточного бункера с делительными плоскостями.

Очистка зернового материала малой засоренности происходит при разделении его на три потока. Наиболее крупные зерна раньше других отрываются от вращающегося электрода и образуют крайний правый поток. Основная масса зерен, частично очищенная от примесей, составляет средний поток. Примеси, сорняки, щуплые и мелкие зерна основной культуры образуют левый поток. Правый и левый потоки поступают в свои лотки, откуда транспортерами выводятся из машины.

Средний поток через промежуточный бункер поступает для разделения на вторую секцию, далее в третью, где происходит окончательная очистка и разделение основной массы зерен на три фракции. Первая фракция объединяет все правые потоки секций; вторая фракция - средние; третья - состоит из легких примесей, основной массы сорняков со всех секций.

Если исходный зерновой материал имеет большую засоренность, то технологическая схема очистки меняется: правый поток зерна объединяется со средним и проходит последовательную очистку. Только в третьей секции зерно окончательно разделяется по фракциям. Для питания электрозерновых

очистительных машин требуется напряжение не выше 70 кВ при токе не более 10 мА; Опыты показали, что семена, рассортированные и обработанные в электрическом поле, дают в среднем прибавку урожая на 25%.

Также известны машины для сортирования зерна по цвету. При этом цвет является одним из тончайших показателей качества сельскохозяйственных продуктов. Технологический процесс разделения по цвету в отличие от других способов сортирования требует подачи материала к оценивающему устройству последовательно, цепочкой, по одной частице с определенной скоростью, чтобы датчик успел передать сигнал на исполнительный механизм и последний успел выделить частицу из потока.

В сельскохозяйственном производстве одной из наиболее трудных задач при сепарации является отделение от семян ржи рожков спорыньи, размеры, форма и масса которых очень близки. Но эту задачу можно успешно решить с помощью фотоэлектронного сепаратора, поскольку цвет семян ржи светло-бурый, а рожков спорыньи темно-фиолетовый. Использование оптических свойств семян открывает большие перспективы в области селекции сельскохозяйственных растений и позволяет сортировать семена на живые и мертвые, здоровые и больные и т. д.

В настоящее время известно более сорока типов фотоэлектронных сортировальных машин, выпускаемых английской («Сортекс»), американской (Элекс) и голландской («Политекс») фирмами. Большинство устройств для разделения материалов по цвету используют различие отражательных свойств этих материалов в определенном участке спектра, где это различие максимально[4].

В фотоэлектронной сортировальной машины «Сортекс» из бункера материал, подлежащий сортированию, самотеком поступает на лоток вибрационного питателя, откуда падает на транспортер, располагается в один ряд и сбрасывается в освещенную оптическую камеру, где находятся два фотоэлемента, эталонные экраны и игла-электрод. Частица, которая светлее или темнее заранее установленного оттенка экрана, вызывает в фотоэлементе

сигнал, после его усиления в приборе включается цепь, высокого напряжения (около 20 кВ), вызывающая между иглой и коронирующим электродом разряд. Частица, опознанная фотоэлементом и подлежащая удалению, получает в это время некоторый заряд. Практически момент опознания фотоэлементом частицы и зарядка ее совпадают. Частицы, совпадающие по цвету с эталонным экраном, не получают заряд. Заряженные и незаряженные частицы продолжают падать между пластинами, создающими электростатическое поле и отклоняющими заряженные частицы от естественной траектории падения: образуются два потока. Перегородка окончательно разделяет сортируемый материал на две фракции.

Сигналы от фотоэлементов поступают в усилитель независимо один другого, поэтому достаточно сработать одному из фотоэлементов, чтобы подлежащая отсортировке частица получила заряд.

В сортировальной машине «Элекс» материал, подлежащий сортировке, самотеком из бункера поступает на лоток. Под действием вибрации материал перемещается по лотку и загружает вращающуюся чашу, над которой находится колесо-соплоноситель. Колесо-соплоноситель имеет 60 сопел и совершает 450 об/мин, несколько больше числа оборотов вращающейся чаши. Каждое сопло находится под вакуумом и присасывает по одной частице из чаши. Далее частицы (зерна) подводятся колесом в оптическую камеру, где освещаются лампой с отражателем. Луч, отраженный от сортируемой частицы, попадает на два или четыре объектива и при помощи зеркал через светофильтры направляется на фотоэлементы. Суммарный сигнал от всех фотоэлементов проходит через усилитель и подается на сравнивающее устройство. классификатор, которое включает воздушный выбрасыватель, продувающий сопло и удаляющий с него нежелательный материал в соответствующий ящик. Стандартные зерна удаляются с сопел несколько позднее и направляются в ящик для стандартного материала.

Интерес представляют фрикционные очистки. При этом фрикционный способ очистки основан на различии в коэффициентах трения зерен отдельных

фракций смеси, которые по размерам и аэродинамическим свойствам почти не отличаются друг от друга.

Для фрикционной очистки используют подвижную или неподвижную наклонную поверхность (горку). Она может быть плоской, цилиндрической или винтовой.

В неподвижной плоской горке рабочим органом является неподвижная плоскость, устанавливаемая к горизонту под углом α , большим, чем максимальный угол φ ($\tan \varphi = f$) трения о плоскость зерен разных фракций, составляющих зерновую смесь: $\alpha > \varphi, \varphi_1, \dots, \varphi_n$. В таком случае все зерна (материальные частицы), поступающие на плоскость с начальной скоростью, равной нулю, начинают скатываться по плоскости равноускоренно.

Для того чтобы добиться нужной чистоты зерна, устраивают несколько перепадов. Такие горки применяют для очистки свекловичных семян, отличающихся значительной шероховатостью поверхности.

Винтовые поверхности (сепараторы) используют для транспортировки обработанного материала и сортирования его по форме и свойству поверхности. При проектировании винтовых сепараторов исходным параметром является характер изменения скорости движения зерен (частиц).

Анализ формул показывают, что с увеличением угла трения материала о поверхность его скорость установившегося движения уменьшается, и наоборот. Частицы, которые имеют коэффициент трения меньше, движутся по винтовым линиям, удаленным на большее расстояние от оси вращения. Таким образом достаточно установить в конце винтовой поверхности приемники на разных расстояниях от оси сепаратора, чтобы собрать фракции, зерна которых имеют различные коэффициенты трения о поверхность.

Высота винтового сепаратора должна быть достаточной для того, чтобы частицы приобрели устойчивое движение.

Устройство винтового сепаратора состоит из приемной воронки, вертикальной неподвижной оси, винтовых маленьких внутренних желобов и больших желобов с высокими бортами, укрепленных с одинаковым шагом на

вертикальной оси по системе многоходового винта. Внизу сепаратора располагаются приемник круглых зерен и приемник продолговатых зерен. Обработываемый материал из приемной воронки распределяется по внутренним желобам и под действием веса движется по ним вниз. По мере увеличения скорости движения по спирали зерна под действием развивающейся центробежной силы отходят от оси сепаратора, и те из них, которые имеют сферическую форму, а следовательно, и меньший коэффициент трения о поверхность желоба, удаляются от оси быстрее, чем плоские, удлиненные зерна. Таким образом, круглые зерна (горошек, вика, куколь) выделяются в большой желоб с высокими бортами и сойдут с него, а плоские, удлиненные зерна (пшеница, овес) сойдут по меньшим желобам. Этот сепаратор не расходует энергию на сепарацию. Энергия расходуется на подъем материала.

Существующие винтовые сепараторы имеют рабочую высоту 900...1000 мм, внешний радиус рабочей винтовой поверхности 130...440 мм.

Также интерес представляют вибрационные зерноочистительные машины, работающие по принципу вибрационного движения рабочих органов. Эти машины характерны большой частотой и малой амплитудой колебаний решет. Под действием вибрационных решет зерновая смесь приобретает свойства сжиженного слоя. Вследствие этого улучшается перераспределение зерен в слое по плотности и крупности, а также увеличивается удельная просеиваемость решет, так как при повышенных частотах колебаний семена проходовой фракции более часто подходят к зонам отверстий решет, и поэтому повышается вероятность прохождения их через отверстия.

По назначению вибрационные зерноочистительные машины разделяют на машины для сортирования зерен по ширине и толщине (решетные машины) и машины для разделения зерен по фрикционным свойствам, упругости и комплексу физико-механических свойств; коэффициентам восстановления скорости и мгновенного трения при ударе, форме и способности к перекачиванию. По характеру взаимодействия рабочих органов с обрабатываемым материалом различают машины, по рабочим органам которых

зерновая смесь совершает двухмерное движение (это машины с поступательными движениями решет в вертикальной плоскости по прямолинейным, круговым и эллиптическим траекториям) и машины, по рабочим органам которых зерновая смесь совершает трехмерное движение.

В качестве привода вибрационных зерноочистительных машин применяют вибратор. Он служит возбудителем колебаний решетного стана, установленного на упругой подвеске. Решетные станы приводятся в движение, как правило, инерционными дебалансными вибраторами, как наиболее универсальными с точки зрения задания амплитуды, частоты и направленности колебаний. К инерционным относятся вибраторы, главный вектор и главный момент возмущающих сил, которых создается в результате вращения одной или нескольких неуравновешенных масс. При вращении ротора вибратора инерционные силы неуравновешенных частей выводят колеблющуюся часть машины из положения равновесия, и рабочий орган совершает движение. В зависимости от вида вибратора и расположения его оси вращения по отношению к главным центральным осям инерции колеблющейся части машины данное движение может быть простым плоским или сложным пространственным.

Механико-технологические основы разделения зерновых смесей и некоторые конструкции вибрационных зерноочистительных машин разработаны П.М.Заикой. Им же совместно с Г. Е. Мазневым предложен способ сортирования трудно разделяемых зерновых смесей по комплексу физико-механических свойств на перфорированных вибрирующих поверхностях. Сущность этого способа состоит в том, что из-за различия фрикционных свойств, упругости и формы зерна и примеси перемещаются по разным траекториям и с различными скоростями. По данному принципу работает сепаратор с рабочей конической наружной поверхностью, совершающей пространственное движение. Колеблющаяся часть приводится в движение от вибратора с вертикальной осью вращения дебалансов.

Сепаратор содержит рабочую неперфорированную фрикционную поверхность, выполненную в форме усеченного конуса, обращенного меньшим

основанием вверх, подпружиненный пружинами вибростол, вибратор, приемники продуктов разделения и питатель зерновой смеси. Вибратор приводится от электродвигателя. Вал вибратора соединен с валом подпятника упругой муфтой. Данный сепаратор применяют для разделения зерновых смесей, у которых семена основной культуры более упругие, имеют большую плотность и способность к перекачиванию, чем засоряющие их примеси.

Сепаратор показал хорошие результаты работы при очистке семян сахарной свеклы от кусочков стебельков, разделении вико-овсяной и вико-эспарцетовой смесей, выделении из семян тимopheевки семян ромашки, из плодов кориандра плодов аниса и семян сопутствующих сорняков: вьюнковой гречишки в оболочке, повилики, сизого щетинника, ежовника — куриное просо.

Заслуживает внимания пневматический сортировальный стол. При этом зерновой материал, предварительно обработанный на зерноочистительных машинах, подвергают сортированию по плотности на пневматических сортировальных столах. На столе зерновой материал приводится в колебательное движение и одновременно продувается воздухом так, что зерна находятся во взвешенном состоянии. При этом сцепления между частицами нарушаются, и они перераспределяются в слое: тяжелые, с большой плотностью опускаются вниз, а легкие, с меньшей вверх. Затем полученные фракции направляются в соответствующие приемники.

На таком принципе основан рабочий процесс пневматического сортировального стола ССП-1,5 производительностью на очистке зерновых культур 1,5-2,0 т/ч, выпускаемый в СНГ. Машина состоит из загрузочного ковша, воздушной камеры с тремя нагнетательными вентиляторами, деки и приемников[10,12].

Основным рабочим органом машины, куда поступает зерновая смесь, является наклонная делительная плоскость (дека), имеющая металлическое дно с круглыми отверстиями диаметром 0,5-0,6мм и прикрепленными в продольном направлении планкам - рифами. Высота планок зависит от размеров частиц зерновой смеси и колеблется от 2 до 20 мм. Машина для этих целей имеет

сменные деки. Дека установлена над воздушной камерой с регулируемым наклоном в продольном направлении от 0 до 8,5°, а поперечном от 0 до 5,5°. В процессе работы наклоны деки подбирают так, чтобы вся ее поверхность была покрыта слоем зернового материала. Вместе с воздушной камерой дека совершает продольные колебания: частота колебаний регулируется в пределах 275-585 в минуту.

Кроме того, машины для послеуборочной обработки зерна, в частности, семяочистительные и зерноочистительные машины по конструкции и принципу действия делятся на воздушно-решетные, триерные, воздушно-решетно-триерные (комбинированные).

По назначению они делятся на машины предварительной очистки (ворохоочистители), машины первичной (основной) очистки, машины вторичной очистки и сортирования, а также машины для специальной обработки (очистки от трудноотделимых примесей и семян карантинных сорных растений и сортирования зерна). Для предварительной очистки зерна используются зерноочистительная стационарная машина ЗД-10, МПО-50, которая рассчитана для работы на комплексе КЗС-50 и ЗАВ-50. Для первичной очистки зерна применяются зерноочистительная машина ЗАВ-10, стационарная воздушно – решетная зерноочистительная машина ЗВС-20, машина МЗП-50. При этом используются комбинированные машины для предварительной и первичной очистки зерна. К ним относятся семяочистительная машина ОВС-25, воздушно – решетные машины К-525А, К-527А10. Далее для вторичной очистки зерна используются семяочистительная машина СМ-4, семяочистительная воздушно-решетная машина СВУ-5А, центробежно– пневматический сепаратор ЗАВ-40, воздушно- решетные машины К-545А и его модификации, семяочистительная машина «Петкус-Селектра», универсальная семяочистительно-сортировальная машина «Путкус-Гигант» К-531А. Также используются комбинированные машины для первичной и вторичной обработки зерна. К ним относятся сепаратор ЗСМ-50 и другие. Для реализации указанной цели также используют машины для специальной очистки зерна. К ним относятся триерные блоки БТ-5 и БТ-5А,

стационарные триерные блоки ЗАВ-10, К-236А, К-533А, пневматические сортировальные столы ПСС-2,5 и СПС-5, магнитная семяочистительная машина СМЦ-0.4, клеверотерка К-05, скарифikator СС-05 (для предпосевной обработки семян однолетних и многолетних трав) и другие[4,10,12].

Машины могут быть стационарными и передвижными. В качестве машин предварительной очистки используют воздушные сепараторы или чаще всего воздушно-решетные машины стационарные или передвижные. В качестве машин первичной очистки применяют воздушно-решетные стационарные машины или воздушно-решетную часть передвижной комбинированной машины с отключенными триерами. В качестве машин вторичной очистки и сортирования применяют передвижные воздушно-решетные машины, стационарные воздушно-решетные машины вторичной очистки, а также блоки триеров.

В тех случаях, когда при основной обработке не удастся получить зерно требуемых кондиций, очистку от трудноотделимых и карантинных семян сорных растений и сортирование зерна проводят на специальных машинах.

Для очистки семенного материала, прошедшего первичную очистку в воздушно-решетных машинах от некоторых примесей (в том числе и от овсюга) перед поступлением его в триеры на стационарных пунктах (комплексах), применяют центробежно-пневматические сепараторы.

Патентные исследования. Как известно, послеуборочная обработка зерна и семян является одной из ответственных этапов производства зерна. Её основная задача - доведение зернового вороха до уровня, когда оно может быть использовано на продовольственные, семенные и фуражные цели. Поэтому основные требования к построению технологических процессов послеуборочной обработки зерна и соответствующей системы машин должны обеспечить снижение затрат труда на единицу продукции и повышение качества продовольственного и посевного зерна, удовлетворять современным агротехническим требованиям подготовки и хранения посевного материала. При этом показатели работы зерноочистительных машин во многом зависят от полноты их загрузки исходных материалов, влажности, засоренности и других его физико-механических свойств[4,12,14,23].

Как указано выше, что послеуборочная обработка осуществляется зерноочистительными и семяочистительными машинами. Конструктивно-технологические схемы современных машин для послеуборочной обработки зерна разнообразны, отличаются как по конструкции рабочих органов, так и по системам аспирации и сепарации. Они эффективно применяются как в автономном режиме, так и в составе зерноочистительно –сушильных комплексов.

Также известно, что в целях улучшения конструкции и повышения эффективности работы зерноочистительных машин необходимы широкие исследования по изысканию новых методов сепарации зерна, решение технических и технологических задач, связанных с этим процессом, возможность регулирования рабочего процесса в соответствии со свойствами обрабатываемого материала[4,14].

Регулирование рабочего процесса в современных машинах выполняется, как правило, механиком вручную и преследует цель - получить оптимальный режим работы машины, при котором достигаются высокие качественные и количественные показатели.

Как показывает обзор литературно- патентных источников, что более надежным можно считать управление рабочим процессом зерноочистительных машин методом автоматического регулирования с устройствами для оптимальной установки основных параметров по заданным свойствам зернового материала. При этом автоматизации рабочего процесса машины легче достичь, если она связана с другими машинами в едином технологическом процессе, так как применение сравнительно сложных и дорогих устройств для комплекса машин экономически выгоднее.

Кроме того, существующие зерноочистительные и семяочистительные машины обладают рядом существенных недостатков в плане автоматического регулирования загрузки машин и основных механизмов.

Так, например известен семяочистительный агрегат, включающий приемное устройство с нориями, отделение для первичной очистки зернового вороха с параллельно установленными двумя воздушно-решетными фракционными зерноочистительными машинами и бункерами для сбора зерна очищенного и

фуражного. Также он содержит бункер для неиспользуемых отходов, отделение для хранения очищенного на воздушно-решетных машинах зерна с установленными силосами с коническим дном и отделение для вторичной очистки зерна с установленным фотосепаратором для окончательной очистки зерна.

Также известна конструкция зерно и семяочистительного агрегата по патенту [RU №2369081](#), включающего приемное устройство с ленточными транспортерами и норией, промежуточный бункер, воздушно-решетную фракционную зерноочистительную машину, направляющий клапан с делителем, триеры, пневмосортировальный стол, нории, ленточные транспортеры, силосы.

Недостатками этих зерно и семяочистительных агрегатов являются высокий уровень травмирования семян, обусловленный большой протяженностью технологической линии, а также недостаточная их производительность.

Для организации поточной обработки поступающего зернового вороха следует применить две высокопроизводительные воздушно-решетные зерноочистительные машины. Если воздушно-решетные машины использовать в режиме фракционирования, то можно исключить применение триеров.

Фракционирование зернового вороха позволяет уже после воздушно-решетных зерноочистительных машин получить чистоту зерна, необходимую для его временного хранения в силосах, с последующей его обработкой только на фотосепараторе. При этом существенно уменьшается количество механических воздействий на семена, а соответственно и их травмирование.

Изобретение решает задачу получения качественных семян при существенном снижении энерго и материалозатрат на их подготовку за счет упрощения конструкции семяочистительного агрегата, а также задачу реализации второго цикла обработки зернового вороха на фотосепараторе .

Заслуживает внимания решетная часть зерносемяочистительной машины, содержащая установленные с возможностью совершать гармоничное колебательное движение верхний одноярусный и нижний двухъярусный решетные станы. Цепочно-скребковый транспортер-ворошитель, расположен над

решетами верхнего стана с возможностью колебания щетки для очистки решет. Нижний решетный стан снабжен питателем-делителем для подачи двух одинаковых по пропускной способности потоков обрабатываемого материала на решета.

Известна воздушно-решетная зерноочистительная машина ЗД-10.000, предназначенная для предварительной очистки вороха зерновых и других культур [4,12]. В этой машине очищенный потоком воздуха зерновой материал поступает на колеблющийся решетный стан, подвешенный к раме машины на четырех пружинных подвесках и имеющий два последовательно установленных решета. Отверстия решет очищаются прорезиненными скребками цепочно-планчатого транспортера. Крупные примеси сходят с решет и выводятся из машины, а очищенное зерно, прошедшее через отверстия решет, поступает на скатную доску и также выводится из машины.

Недостаток данной машины обуславливается тем, что ее решетами из зернового вороха не выделяются мелкие примеси, а также щуплое и дробленое зерно. Следовательно, она не выполняет качественной предварительной очистки зерна и тем более не может быть применена для получения семенного материала.

Учитывая вышеуказанные предпосылки и недостатки нами предлагается улучшенная конструктивная схема автоматической регулировки загрузки зерноочистительной машины СМ - 4, где клапан-питатель подпружинен и усилие поджатия регулируется с помощью рычага-фиксатора. На оси клапана установлен отключающий упор, воздействующий на ролик конечного выключателя, связанного электрической связью с механизмом самопередвижения. Здесь все рабочие органы приводятся в движение от двух электродвигателей от 2,2 до 3,0 кВт.

Такое конструктивное выполнение способствует рациональному перемещению машины вдоль вороха при работе и передвижении ее от вороха к вороху без вспомогательных транспортных средств.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Агрономические и технические требования к технологии очистки и сортирования семян

Зерновой ворох, поступающий на послеуборочную обработку представляет собой смесь полноценного, щуплого и поврежденного зерна основной культуры, семян различных культурных и сорных растений, а также примесей частиц растений, соломы, колосьев, половы, песка, комочков земли и других органических и минеральных примесей. При этом содержание семян основной культуры в ворохе составляет 85...98%, а влажность зерна озимых культур может достигать 25...30%, яровых культур 30...35 %, органических примесей 40...70 %. Поэтому зерновой ворох от комбайнов отвозят на зерноток, где происходит его обработка и сушка. Требования к сортовым, продовольственным и посевным качествам зерна и семян после обработки и сушки регламентируются соответствующими стандартами. Например: ГОСТ Р 52325 2005 «Сортовые и посевные качества семян основных зерновых, зернобобовых и крупяных культур»; ГОСТ Р 52554 2006 (взамен ГОСТ 9353 90) «Требования к качеству мягкой пшеницы»; ГОСТ 506086 «Требования к ячменю пивоваренному» [14,17].

Послеуборочная обработка зерна представляет собой комплекс технологических операций, в результате которых повышается качество зерна до такого уровня, когда оно может быть использовано на сменные, продовольственные и фуражные цели.

Основная задача послеуборочной обработки зерна – доведение его до требуемых кондиций по чистоте и влажности при наименьших потерях и затратах труда. Успешное выполнение этой задачи зависит от применения комплексной механизации работ в сочетании с поточным методом уборки урожая.

Поточный метод уборки и обработки зерна предусматривает строгую последовательность и непрерывность всех стадий технологического процесса,

имеющих наиболее короткий производственный цикл. Чтобы вести послеуборочную обработку зерна по этому методу, в хозяйствах применяют зерноочистительные агрегаты и зерноочистительно-сушильные пункты, на которых все основные и вспомогательные операции выполняются системой машин и оборудования.

Как известно, различие природно-климатических условий зон страны обуславливает применение и соответствующих механизированных пунктов по обработке зерна.

Технологический процесс послеуборочной обработки определяется в основном влажностью свежееубранного зерна. Поэтому обычно в южной и юго-восточной зонах страны на таких пунктах ведут очистку, естественную солнечно-воздушную сушку зерна, а в зонах повышенного увлажнения и холодного уборочного периода еще и искусственную сушку. В первом случае зерноочистительные агрегаты и механизированные пункты размещают на открытых площадях, под навесами или в зданиях. Технологический процесс при этом включает в себя следующие основные операции: взвешивание поступившего зерна, предварительную очистку, проветривание, окончательную очистку, сортирование, взвешивание очищенного зерна и погрузку в транспортные средства.

Во втором случае зерноочистительно-сушильные пункты размещают чаще всего в закрытых помещениях. Технологический процесс тогда протекает по схеме: взвешивание сырого зерна, первичная очистка, сушка, вторичная очистка сухого зерна, взвешивание сухого очищенного зерна и погрузка его в транспортные средства. При повышенной влажности зерно двукратно и даже многократно пропускают через сушилку.

В связи с тем, что все указанные операции выполняются на зерновом токе необходимо произвести соответствующие технологические и энергетические расчеты.

2.2 Определение оптимальной загрузки зернотока

2.2.1 Расчет суточной загруженности зернотока

Суточная производительность зернотока зависит от существующего вида парка уборочной техники, погодных условий, наличия транспортных средств, для перевозки зерна и зерноочистительных машин, квалификации обслуживающего персонала и других факторов. Однако решающим фактором является производительность уборочной техники.

Теоретическая производительность зерноуборочного комбайна определяется по следующей зависимости[5,11]:

$$W_k = 0,1 \times \beta \times B_p \times \vartheta_p \times Y, \quad (2.1)$$

где W_k - производительность комбайна, т/ час;

β - коэффициент использования рабочей ширины захвата (при уборке зерновых 0,95);

B_p -рабочая ширина захвата агрегата, м;

ϑ_p — рабочая скорость машины, км/ час;

Y — средняя урожайность т/ га.

Данная зависимость позволяет определить техническую производительность комбайна, которая дается в технических характеристиках машины, но не используется в расчётах. При определении действительной производительности комбайна пользуются формулой эксплуатационной производительности комбайна:

$$W_{эк} = 0,1 \times \beta \times B_p \times \vartheta_p \times \tau \times Y, \quad (2.2)$$

где $W_{эк}$ -эксплуатационная производительность зерноуборочного комбайна, т/час;

τ - коэффициент использования времени (для зерноуборочных комбайнов $\approx 0,65$).

Сменная производительность определяется по следующей зависимости:

$$W_{см} = 0,1 \times \beta \times B_p \times \vartheta_p \times \tau_{см} \times Y, \quad (2.3)$$

где $W_{см}$ - сменная производительность комбайна, т/час;

$\tau_{см}$ - коэффициент использования смены.

Коэффициент использования времени смены определяют выражением:

$$\tau_{см} = \frac{T_p}{T}, \quad (2.4)$$

где T_p - время чистой работы (рабочего движения) агрегата в течение смены, час;

T - полное время смены, час.

Полное время смены уборочного агрегата складывается из следующих затрат времени.

Фактическую производительность комбайна, которую приводят в технических характеристиках, подсчитывают при урожайности 40ц с гектара с измельчением. В этом случае она равна:

$$W_{\phi} = 0,1 \times \beta_p \times \theta_p \times B_p \times Y = 0,1 \times 0,95 \times 7 \times 5 \times 4 = 14^M / \text{час} . \quad (2.5)$$

При работе зерноуборочного комбайна с копнителем производительность уменьшается на 20% и составляет:

$$W_{\phi} = 14 \times 0,8 = 11,3^T / \text{час} ,$$

Именно эти цифровые данные приводятся в технических характеристиках зерноуборочных комбайнов.

Поэтому определим количество зерна поступающего на зерноток в течение рабочего дня. Продолжительность работы комбайнов примем $\tau_{см} = 10$ часов, так как для большей продолжительности мешает утренняя и вечерняя роса. Конечное выражение примет следующий вид:

$$M = 0,1 \times \beta_p \times B_p \times \theta_p \times Y \times Z \times \gamma \times \tau_{см} , \quad (2.6)$$

где M - количество зерна, поступившее в смену, т/см;

Z - количество комбайнов, шт.;

γ - коэффициент, учитывающий работу комбайнов с копнителем;

$$M = 0,1 \times 0,95 \times 7 \times 5,2 \times 2,2 \times 4 \times 0,8 \times 10 = 243,4 \text{ т}.$$

Таким образом, на зерноток в сутки поступает 243,4 тонны зерна. Эта цифра является определяющей при определении производительности сеяноочистительных машин для предварительной, первичной, вторичной очистки, а также сушильных комплексов.

Вычисленная выше производительность возможна при бесперебойной работе всех агрегатов, входящих в уборочный комплекс (Зерноуборочный комбайн, транспортные средства, весы и т.д.). При остановке любого агрегата, количество поступающего зерна на зерноток будет убывать.

2.3 Расчет основного технологического оборудования для зернотока

Все расчеты требуемого количества машин для предварительной, первичной, вторичной очистки и другого технологического оборудования будут производиться на основе «норм технологического проектирования предприятий послеуборочной обработки и хранения продовольственного фуражного зерна и семян зерновых культур и трав», НТП16-93. Согласно нормам, технологическая схема обработки продовольственного зерна имеет следующий вид:



Рисунок 2.1 – Схема технологического процесса обработки продовольственного зерна зернобобовых культур

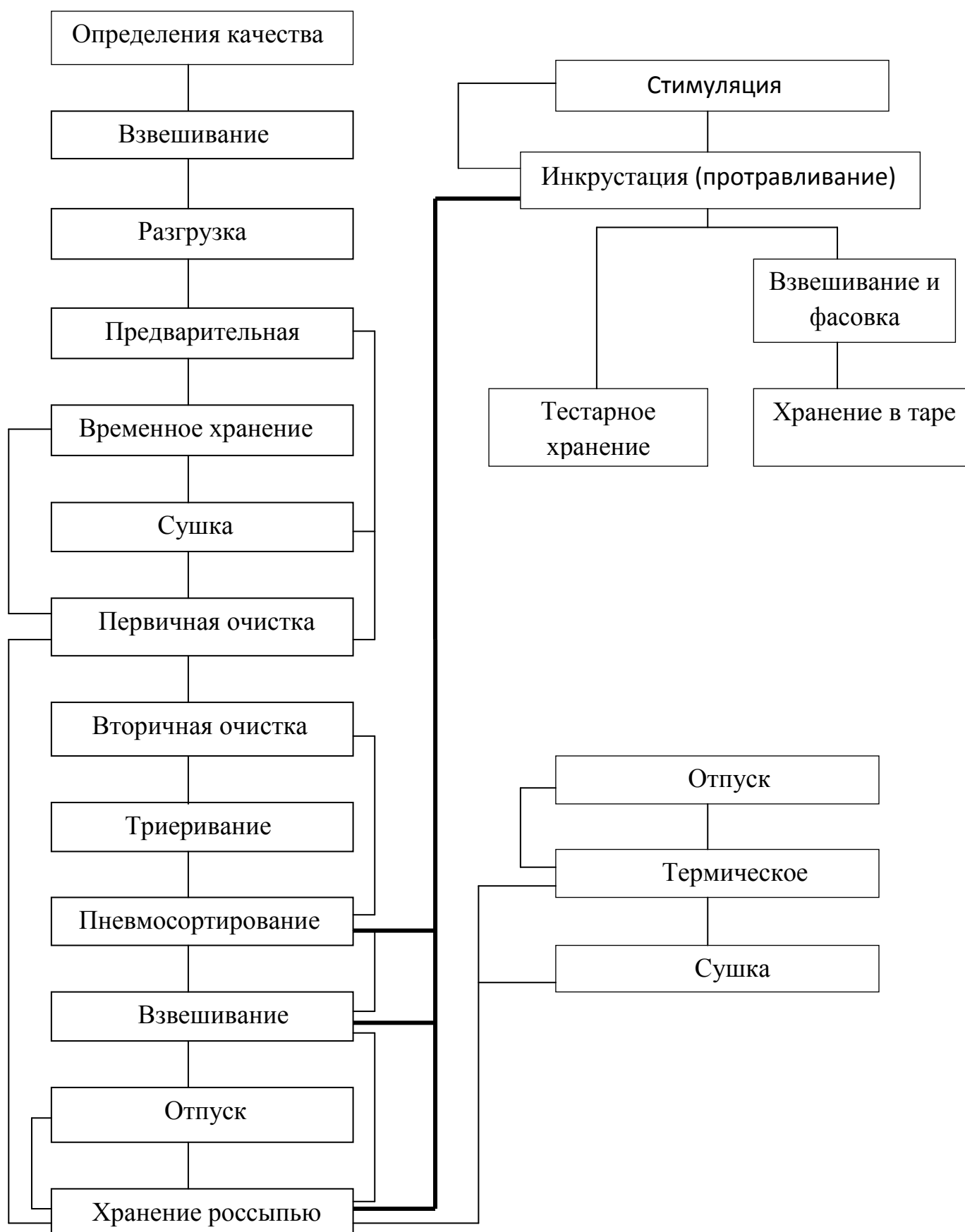


Рисунок 2.2 – Схема технологического процесса обработки семян зерновых колосовых и зернобобовых.

2.3.1 Потребное число автомобильных весов

Число весов определяют по формуле:

$$П_{\text{в}} = \frac{\sum M_{\text{ч}}}{G \cdot t} \cdot 3, \quad (2.7)$$

где $П_{\text{в}}$ — потребное число автомобильных весов, шт.;

$\sum M_{\text{ч}}$ - суммарное число максимальных часовых поступлений зерна всех культур на зерноток;

t - время необходимое для двукратного взвешивания одного автомобиля (брутто, нетто) и оформление документов; принимают $t=3$ мин;

G - расчетная грузоподъемность транспортных средств, доставляющих ворох, т.

$$П_{\text{в}} = \frac{10}{60} \cdot 3 = 0,15 \text{ шт.}$$

Таким образом, достаточно одних автомобильных весов.

2.3.2 Производительность машин для предварительной очистке

Производительность определяется выражением:

$$Q_{\text{п.о}} = \frac{Q_{\text{н.о}}}{K_{\text{э}} \cdot K_{\text{с}}}, \quad (2.8)$$

где $Q_{\text{п.о}}$ - производительность машин предварительной очистки, т/ч;

$K_{\text{э}}$ - средне взвешенный коэффициент использования рабочего времени машины, $K_{\text{э}} = 0,95$;

$K_{\text{с}}$ - коэффициент эквивалентности, учитывающий культуру (для пшеницы - 1,0; ржи - 0,9; ячменя - 0,8; овса - 0,7; среднее значение - 0,85);

$K_{\text{с}}$ - коэффициент снижающий паспортную производительность зерноочистительной машины в зависимости от состояния поступающего зерна, определяется по формуле:

$$K_{\text{с}} = 1 - 0,05 \left(\frac{S - S_{\text{н}}}{S_{\text{н}}} \right) - 0,02(S - S_{\text{н}}), \quad (2.9)$$

где 0,05 - снижение производительности машины при отклонении влажности от средне взвешенной ($S_{\text{н}}$), $S_{\text{н}} = 20\%$ на 1%;

0,02 - снижение производительности машины при отливке засоренности от средне взвешенной ($S_n = 15\%$) на 1%.

Так как последние три года были засушливыми коэффициент K_k можно принимать равным 1,0.

$$Q_{п.о.} = \frac{30}{0,09} = 30/09 \text{ м/час}$$

Таким образом, производительность машины для предварительной очистки должна составлять 30 т/ час.

2.3.3 Масса отходов после предварительной очистки зерна

Количество отходов определяется по агротехническим требованиям, снижение сорных примесей на 50% при потере основного зерна 1,5%.

$$M_{\text{сор}} = \frac{M}{100} \times 0,515. \quad (2.10)$$

где $M_{\text{сор}}$ - содержание сорных примесей, т;

P - исходное содержание сорных примесей.

$$M_{\text{сор}} = \frac{243,4}{100} \times 0,515 = 18,8 \text{ т.}$$

Количество зерна для дальнейшей обработки составит:

$$M_{\text{обр}} = M - M_{\text{сор}} \quad (2.11)$$

где $M_{\text{обр}}$ - количество зерна после предварительной очистки.

$$M_{\text{обр}} = 243,4 - 18,8 = 224,6 \text{ т.}$$

В хозяйстве имеется шахтная зерносушилка СЗШ-16, производительностью 16 т/час. При условии, что сушилка работает 20 часов в сутки, ее производительности достаточно для переработки поступающего зерна, поэтому нет необходимости в бункерах активного вентилирования.

Масса зерна, теряемая при сушке, определяется из зависимости:

$$x = \frac{\omega_n - \omega_k}{100} \times 100\%, \quad (2.12)$$

где ω_n - начальная влажность зерна, %;

ω_k - конечная влажность зерна, %;

$$x = \frac{18,8}{224,6} \times 100 = 6,9\%.$$

2.3.4 Производительность первичной и вторичной чистки

Для определения количества машин для первичной и вторичной очистки определим количество зерна после сушки.

$$M_{\text{суш}} = M_{\text{обр}} \cdot \frac{1}{1,05} \quad (2.13)$$

где $M_{\text{суш}}$ - количества зерна после сушки, т.

$$M_{\text{суш}} = 224,6 \cdot \frac{1}{1,05} = 208,8 \text{ т.}$$

Потребность машин предварительной очистки определим из выражения:

$$K = \frac{M_{\text{суш}}}{K_{\text{он}} \cdot K_0} = 0,46, \quad (2.14)$$

где K_0 - количество машин необходимых для первичной очистки;

$K_{\text{он}}$ - коэффициент оптимальной загрузки машины, $K_{\text{он}} = 0,9$.

$$K = \frac{208,8}{0,9 \cdot 500} = 0,46.$$

Таким образом, имеющиеся в хозяйстве машины 20BC-25 и CM-4 справляются с потоком поступающего зерна и новые машины не нужны. Однако, с целью улучшения качества очистки зерна, целесообразно приобрести машины воздушные, типа CM 130 или ПСМ, разделяющие* зерновую смесь и по плотности.

2.3.5 Определение количества протравливателей

Количество протравливателей определим из выражения:

$$ПР = \frac{M_c}{n \cdot K_{\text{пр}}} \quad (2.15)$$

где ПР - необходимое количество протравливателей;

M_c - количество семенного зерна, т;

n - число дней протравливания, $n=10$.

$$ПР = \frac{208,8}{10 \cdot 500} = 0,4 \approx 1.$$

Необходим один протравливатель. В хозяйстве имеется протравливатель ПС-10 и его производительность достаточно.

2.4 Определение площади зернотока

2.4.1 Расчет площади временного хранения зерна

При выходе из строя линий электропередач или другого электротехнологического оборудования, поступающие на ток, зерно будет храниться на специальных площадках толщиной 0,2м.

Площадь определяется из выражения:

$$\dot{S}_{\text{ep}} = \frac{M_x}{t} \quad (2.16)$$

где t - толщина насыпного зерна при хранении.

$$\dot{S} = \frac{M_x}{t} = 1622 \quad .$$

2.4.2 Площадь под зерноскладские помещения

Площадь под зерно складские помещения определяется из выражения:

$$S_{\text{xp}} = \frac{M_x}{K_s} \quad (2.17)$$

где S_{xp} - площадь под складами, м^2 ;

M_x - общий вес зерна, закладываемого на временное хранение, т; ,

K_s - коэффициент использования геометрической площади зерно складов, $K_s = 0,7 \dots 0,8$.

$$S_{\text{xp}} = \frac{M_x}{K_s} = 1804$$

2.4.3 Общая площадь зернотока. Общая площадь зернотока находится по зависимости:

$$S_{\text{об}} = S_{\text{ep}} + S_x + S_2 + S_3 \quad (2.18)$$

где $S_{\text{об}}$ - общая площадь зернотока, м^2 ;

S_2 - площадь под стационарными машинами, автовесами, лабораторией, м^2 .

$$S_{\text{об}} = 1622 + 1804 + 840 + 460 = 492 \text{ м}^2$$

2.5 Общее энергопотребление зернотока

СЗШ-16	-82,4 кВт
СМ-4	-5,2 кВт
ОВС-25	-7,3х2=14,6 кВт
ЗМ-30	-7,0 кВт
ПС-10	- 8,24кВт + 10,5 кВт

$$N_{\text{об}} = 82,4 + 5,2 + 14,6 + 7,0 + 18,79 = 128 \text{ кВт}$$

Общее энергопотребление зернотока равняется 128 кВт, без учета освещения.

2.5.1 Схема электроснабжения зернотока

На энерготехнологическом оборудовании зернотока установлены двигатели не высокой мощности. Для их питания лучше выбрать радиальную схему электроснабжения. Она имеет существенный недостаток, так как при повреждении питающей магистрали, лишаются питания всех электродвигателей. Однако неисправность легко обнаруживается и легко ликвидируется. При радиальной схеме питания двигатели разделяются на две группы близкие по номинальной мощности. Электродвигатели подсоединяем через распределительное устройство и распределительные пункты к трансформаторной подстанции. Трансформаторная подстанция разрабатывалась с учетом питания зернотока и комплекса животноводческих ферм. В настоящее время ферма не работает, поэтому мощности подстанции для питания зернотока достаточно в избытке[2,7,20].

2.5.2 Расчет электроснабжения электропотребителей зернотока

Величину номинального тока ($I_{ном}$) можно определить по формуле:

$$I_{ном} = \frac{P_{ном}}{\eta \cdot \cos \varphi} \quad (2.19)$$

где $I_{ном}$ – величина номинального тока, А;

$P_{ном}$ – мощность двигателя, Вт;

η – КПД электродвигателя;

$\cos \varphi$ – коэффициент мощности электродвигателя.

$$I_{n1} = \frac{P_{n1}}{\eta \cdot \cos \varphi} = 10,22 \text{ А};$$

$$I_{n2} = \frac{P_{n2}}{\eta \cdot \cos \varphi} = 28,7 \text{ А};$$

$$I_{n3} = \frac{P_{n3}}{\eta \cdot \cos \varphi} = 14,3 \text{ А};$$

$$U_{n4} = \frac{10,22}{0,63} = 16,2A;$$

$$U_{n5} = \frac{28,7}{0,78} = 36,9A.$$

Номинальный ток присутствует при постоянной работе электродвигателя. При включении машины присутствует пусковой ток. Для электродвигателей сельскохозяйственного значения пускового тока составляет от 6 до 7, возьмем среднее значение 6,5 для вычисления.

$$I_n = K_n \times U_n, \quad (2.20)$$

где U_n – пусковой ток, а;

K_n – коэффициент кратности пускового тока

$$U_{n1} = 6,5 \times 10,22 = 66,43A;$$

$$U_{n2} = 6,5 \times 28,7 = 186,5A;$$

$$U_{n3} = 6,5 \times 14,35 = 93,2A;$$

$$U_{n4} = 6,5 \times 16,2 = 105,3A;$$

$$U_{n5} = 6,5 \times 36,9 = 239A.$$

2.5.3 Подбор плавких предохранителей

Наибольший ток в плавких предохранителях определяют следующей зависимостью [2,7,25]:

$$I_{пред} = 0,4 \times U_n, \quad (2.21)$$

где $I_{пред}$ – максимальный ток в плавких предохранителях.

У сушилки СЗШ-16 наибольшая мощность электродвигателя у топочного агрегата ТАУ-1,5, составляющая 40 кВт. Соответственно пусковой ток будет равен:

$$I_n = \frac{40}{0,5} = 78,6A;$$

$$I_{пред} = 0,4 \times 78,6 = 31,44A.$$

Берем ближайшее номинальное значение $I_{ном}$ для плавкой вставки предохранителя типа НПН равное 40а. $I_{пред}$ для ОВС-25 составит:

$$I_{пред} = 0,4 \times 46,6 = 18,64A,$$

$$I_{пред} = 20 A.$$

Для протравливателя ПС-10А максимальная мощность электродвигателей составляет 8,29 кВт, а 10,5 кВт - это мощность электронагревателя, который пусковой ток не имеет.

$$I_{\text{пред}} = 0,4 \times 17,8 = 7,12 \text{ А},$$

$$I_{\text{пред}} = 10 \text{ А}.$$

Для зернометателя ЗМ-30: $I_{\text{пред}} = 0,4 \times 13,8 = 5,52 \text{ А},$

$$I_{\text{пред}} = 10 \text{ А}.$$

В процессе работы не все электродвигатели работают одновременно. Определим величину суммарных токов, употребляемых каждым распределительным пунктом с учетом коэффициента спроса.

$$I_{\text{ном1}} = K_{\text{спр}} \times I_{\text{ном1}}, \quad (2.22)$$

где $K_{\text{спр}}$ - коэффициент спроса электродвигателей, $K_{\text{спр}} = 0,65$;

$$I_{\text{ном1}} = 0,65(10,22 + 28,7 + 14,35 + 36,9) = 58,6 \text{ А};$$

$$I = 0,65(40 + 42,4) = 53,56 \text{ А}.$$

2.5.4 Выбор сечения проводов

По вычисленным значениям токов электродвигателей, пользуясь данными [2,7,25], производим выбор сечения изолированных проводов с алюминиевыми жилами, проложенных открыто, по условию: $I_{\text{дл.доп}} > I_{\text{ном}}$

Для электродвигателей №1и3 со значениями токов 10,22 и 14,35 ампер выбираем провода алюминиевые сечением 2,5мм марки АПР 3х2,5-380, с длительно допустимым током 21 А. Для электродвигателя №2—алюминиевый провод сечением 6 мм² марки АПР 3х6—380, с длительно допустимым током 35А. Электродвигатели №4 и №5 будут питать провода алюминиевые сечением 10 мм², с длительно допустимым током 50А марки АПР 3*10380. Выбор алюминиевых проводов обусловлен в основном их низкой стоимостью по сравнению с медными. Зерноток и склады зернохранилища интенсивно работают не более 3,5 месяцев в году, поэтому особые требования к питающим проводам не предъявляются. Очевидным является то, что алюминиевые провода проигрывают медным по электротехническим показателям. Медные провода меньшего сечения могут проводить больший

ток, они имеют более низкое сопротивление и меньше подвержены механическим повреждениям. Однако имея ввиду что, алюминиевые провода по стоимости в два-три раза дешевле медных остановим свой выбор на алюминиевых проводах. При этом необходимо отметить, что все проектируемые машины по послеуборочной и зерносушильной техники имеют меньшие мощности по сравнению с существующими. Связано это в основном со значительным подорожанием электроэнергии и существующим трендом на экономию электроэнергии. Поэтому приобретение новой зерноочистительной техники не приведет к реконструкции токоподводящих магистралей.

По найденным суммарным токам, потребляемым каждым распределительным пунктом, пользуясь таблицами 9, 10, 12 [1] производим выбор сечения силовых кабелей с алюминиевыми жилами в резиновой изоляции, проложенных в трубах, по условию: $I_{дл.доп} > I_{ном}$.

Питание распределительных пунктов РП1 с $I_{ном\sum 1} = 58,6$ А и РП2 с $I_{ном\sum 2} = 53,56$ А осуществляем кабелем АНРГЗ х 50-380, сечением жилы 50 мм² и с длительно допустимым током $I_{дл.доп} = 105$ А.

В качестве распределительных пунктов РП1 и РП2 выбираем распределительные трехфазные шкафы серии ШР-11

2.6 Выбор типа освещения и электротехнический расчет

2.6.1 Выбор освещения и подбор ламп

При выборе схем освещения на зерноочистительных и зерносушильных пунктах необходимо руководствоваться следующими определяющими факторами: значительная запыленность помещения, большая разница между дневными и ночными температурами в помещении, так как они не отапливаются, незначительный период использования в течении года. В связи с изложенными особенностями в осветительной установке рабочего освещения применим люминесцентные лампы, имеющие большую световую отдачу и срок службы и наиболее широко использующиеся для освещения производственных помещений[19].

Потребную мощность, для обеспечения общего рабочего освещения цеха, $P_{уст}$ определяем по формуле:

$$P_{уст.осв} = P_{уд} \times S, \quad (2.23)$$

где $P_{уд}$ -удельная мощность равная примерно 5 Вт/м^2 ,

S - площадь цеха в м^2 .

$$P_{уст.осв} = 5 \times 1600 = 8000 \text{ Вт.}$$

Для обеспечения достаточного освещения зернотока по данным [1] выбираем люминесцентные светильники ДСП 12-2х100 IP54. Максимальное значение мощности одного светильника будет равно:

$$P_c = 2 \times 100 = 200 \text{ Вт.}$$

где P_c —мощность одного светильника, Вт.

Для обеспечения установленной мощности, требующейся для общего рабочего освещения зернотока необходимо следующее количество светильников:

$$K = P_{уст.осв} / P_c ; \quad (2.24)$$

$$K = 8000 / 200 = 40,$$

где K - количество светильников.

Светильники будут размещаться симметрично в пять рядов по 8 штук в ряду. Общая мощность светильников определится из выражения:

$$P_{уст.осв} = K \times P_c = 40 \times 200 = 8000 \text{ Вт} = 8,0 \text{ кВт.}$$

Светильники подключаем к распределительному устройству трансформаторной подстанции через групповые осветительные щитки Щ01 и Щ02 серии ЯОУ-8500.

Рассчитаем потребную активную мощность на освещение:

$$P_{потр.осв} = P_{уст.осв} \times K_{спр.осв} ; \quad (2.25)$$

$$P_{потр.осв} = 8,0 \times 1 = 8,0 \text{ кВт.}$$

Значение потребной реактивной мощности на общее рабочее освещение рассчитываем по формуле:

$$Q_{потр.осв} = P_{потр.осв} \times \text{tg} \varphi_{осф} , \quad (2.26)$$

где $Q_{потр.осв}$ - реактивная мощность, квар

$\text{tg}\varphi_{\text{осф}}$ -коэффициент использования мощности, 0,33

При $\cos\varphi$ равном 0,95 $\text{tg}\varphi$ будет равно 0,33

$$Q_{\text{потр.осв}}=8 \times 0,33=2,64 \text{квар.}$$

Сила тока в осветительной сети:

$$I_{\text{осв}\Sigma}=P_{\text{уст.осв}}/(U_{\text{ном}} \times \cos\varphi_{\text{осф}}); \quad (2.27)$$

$$I_{\text{осв}\Sigma}=8000/(220 \times 0,95)=38,2 \text{ А},$$

где $U_{\text{ном}}$ -номинальное напряжение в цепи, вольт.

Общий ток, потребляемый линией из десяти светильников:

$$I_{\text{лин.осв}}=I_{\text{осв}\Sigma}/8; \quad (2.28)$$

$$I_{\text{лин.осв}}=80/10=8,0 \text{ А}.$$

Используя данные [2,7,25] осуществляем подбор сечения изолированных проводов с алюминиевыми жилами, проложенных открыто, по условию: $I_{\text{дл.доп}} \geq I_{\text{ном}}$.

Для каждой из четырех линий светильников с $I_{\text{лин.осв}}=8,0 \text{ А}$ принимаем провод АПР 2х2,5-220, сечением 2,5 мм² и с длительно допустимым током $I_{\text{дл.доп}}=21 \text{ А}$.

2.6.2 Расчет наружного освещения

Территории зерноочистительных и зерносушильных комплексов, имеющих охраняемую территорию необходимо наружное освещение в ночное время суток. В темное время суток подвозится зерновой материал в зерносушилку, загружается автотранспорт для отправки на хлебоприемный пункт, производятся ремонтные работы дежурными операторами, поэтому нормируемая освещенность должна быть не ниже 5 лк.

Расчет ведется точечным методом. Для внешнего ночного освещения целесообразно использовать светильники типа СПО. При использовании данных светильников схема подключения будет наиболее простой. Данные для расчета примут следующий вид[19]:

- светильники типа СПО - 200 Вт;
- мощность лампы 200 Вт;
- световой поток 2950 лм;

- нормируемая освещённость в точке А 5лк;
- высота расположения светильников 6 м;
- коэффициент запаса Кз-1.3
- степени защиты IP 23.

Числовое значение светового потока лампы рассчитываем по формуле:

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{E_n \cdot F \cdot Z}{n \cdot \eta}, \quad (2.29)$$

где E_n - относительная освещенность условной лампы

E_n - нормируемая освещенность, лк;

Кз - коэффициент запаса; F- площадь модуля, м²;

Z -коэффициент минимальной освещенности; (Z= 1,15);

N - количество ламп в модуле;

η - коэффициент использования, который определяется по формуле

$$\eta = \frac{\Phi_{\text{л}}}{\Phi_{\text{н}}} \quad (2.30)$$

$$\eta = 0,79 \text{ лк.}$$

Минимальная освещенность в точке А создается одновременно двумя ближайшими светильниками, отсюда

$$E_n = \frac{\Phi_{\text{л}}}{F \cdot Z} \quad (2.31)$$

—

По кривым относительной освещенности, по полученному значению определяется $h/d=0,375$, откуда $d=6/0,375=16$

Тогда шаг светильника

$$L = 2 \cdot \frac{d}{\sqrt{2}}; \quad (2.32)$$

$$L = 2 \cdot \frac{16}{\sqrt{2}} = 25 \text{ м,}$$

2.7 Организационные мероприятия по улучшению условий труда специалистов

1. Провести аттестацию главных специалистов, бригадиров[9].

Ответственный: генеральный директор и главный инженер

Срок: 1.07.2018

2. Выбрать нужную литературу, плакаты, презентации и документацию по безопасности труда на производстве.

Ответственный: главный инженер и инженер по ТБ

Срок: 1.09.2018

3. Составить оптимальный график работы и отдыха.

Ответственный: генеральный директор предприятия

Срок: 1.08.2018

4. Оснастить помещения (санитарно-бытовые) для работников.

Ответственный: генеральный директор предприятия

Срок: 1.10.2018

5. Использовать перспективную систему контроля (например, трехступенчатую) за выполняемым (технологическим) процессом.

Ответственный: генеральный директор предприятия

Срок: 1.12.2018

6. Приобрести и переоборудовать новый автобус для перевозки работников (вахта).

Ответственный: генеральный директор и главный инженер

Срок: 1.11.2018

2.8 Организационные мероприятия по улучшению условий труда механизаторов

1. Построить душевые кабины для механизаторов[9] .

Ответственный: прораб

Срок: 1.08.2018

2. Открыть швейный цех по пошиву специальной одежды.

Ответственный: генеральный директор и заведующий складом

Срок: 1.10.2018

3. Оснастить рабочие места (кабины тракторов, автомобилей) кондиционером и установить вентиляцию в помещениях предприятия.

Ответственный: генеральный директор и главный инженер

Срок: 1.09.2018

4. Приобрести наборы инструментов (комплекты ключей и др.) для каждой техники.

Ответственный: главный инженер и заведующий складом

Срок: 1.04.2018

5. На все мобильные транспортные средства установить бортовые компьютеры.

Ответственный: генеральный директор и главный инженер

Срок: 1.05.2018

6. На силовые и энергетические приводы установить защитные кожухи.

Ответственный: главный инженер и инженер ТБ

Срок: 1.06.2018

2.9 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения производительности труда.

С учётом преобладания умственного или физического труда и его тяжести специалисты механизаторы подразделяются на 2 группы: водители самоходных агрегатов и машин (шофёры, трактористы) и специалисты стационарных установок. Поэтому работа одних связана с управлением транспорта, с большой психофизической нагрузкой, а других – со сложной координацией движения и работой в непростых условиях. Это требует выносливости, силы отдельных мышц, специальной координации движений. Занятия по физической культуре для выпускников должны включать следующие виды спорта: гиревой спорт, армспорт, борьбу, гимнастику, спортивные игры и другие виды спорта.

2.10 Выводы по второй главе

Во второй главе рассчитана производительность зернотока, произведен подбор зерноочистительных машин для предварительной, первичной, вторичной очистки, пункта для инкрустации и протравливания семян и зерноочистительного комплекса. По полученным данным мощностей электродвигателей осуществлен электротехнический и светотехнический расчет зернотока. Определены тип схемы электроснабжения. Рассчитаны

номинальные и пусковые токи, определены типы и сечения питающих проводов, количество и тип светильников для рабочего и наружного освещения.

3 КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Исходные данные

1. Семяочистительная машина СМ-4М
2. Культура - озимая рожь

3.2 Назначение и область применения

Новое устройство предназначено для очистки и сортировки зерновых, зернобобовых, технических, масличных культур и семян трав, используемых как для посева, так и для продовольственных целей. Данная машина применяется во всех сельскохозяйственных зонах страны, и предназначена для работ как на открытых токах, так и в помещениях-складах. При этом она относится к сельскохозяйственному машиностроению.

К основным требованиям по разработке относятся - повышение эксплуатационной надежности, качественная очистка и сортировка озимой ржи.

3.3 Устройство семяочистительной машины СМ-4М

Машина состоит из загрузочного скребкового транспортера 1, пневмосепарирующей 4 и решетной 5 системы, триерных устройств 2 элеватора— двухпоточной норрии 3, шнека чистого зерна 7, передаточных и других вспомогательных механизмов; все элементы машины смонтированы на раме 7 с движительным устройством, снабженным механизмом самопередвижения 8. Рабочие органы машины приводятся в действие от двух электродвигателей, предназначенных для вентиляторов и рабочих органов (3кВт); механизма передвижения (2,2 кВт)

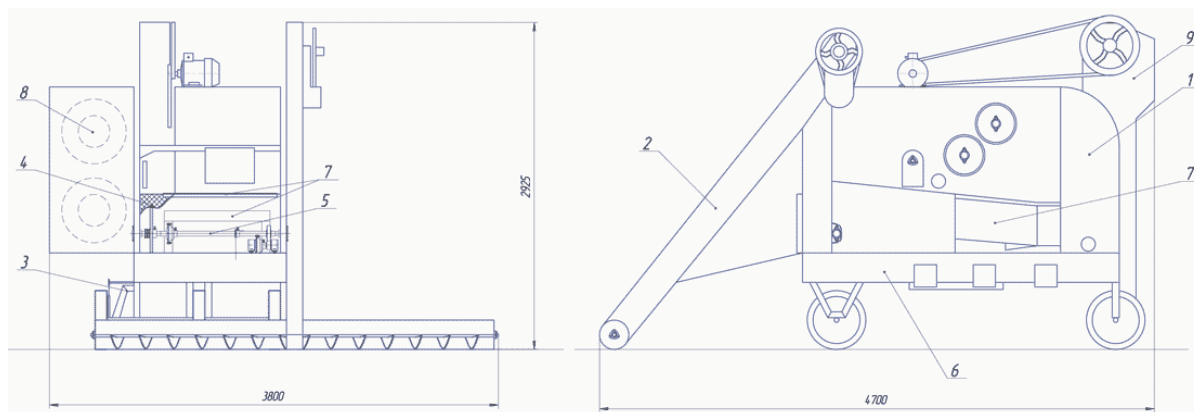
					ВКР 35.03.06.160.18.УЭССМ.00.00.00.ПЗ			
	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разработ.	Гарафиев И.Г.				Усовершенствование		Лит.	Лист
Проверил	Булгариев Г.Г.						1	20
3.4 Техническая характеристика проектируемой электрической машины СМ-СМ-4					семяочистительной			
Н.контр.	Пикмуллин Г.В.				Казанский ГАУ каф. МОА 243 группа			
Утв.	Зияншин Б.Г.							

Таблица 3.1-Технические данные

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Значение СМ-4М
1	2	3	4
1.	Тип машины		самопередвижной
2.	Суммарная мощность э/двигателей	кВт	5,2
	- двигатель типа 4A112MA6УПУЗ	шт.	1
	- двигатель типа 4A90LУПУЗ	шт.	1
3	Решетный стан:		
	- амплитуда колебаний	мм	7,5...15
	- число решет	шт.	4
	- число щеток для очистки решет	шт.	12
	-размер решет	мм	790х990
4.	Частота вращения вентиляторов	об/мин	576...823
5.	Производительность машины	т/ч	от 4 до 6
6.	Скорость:		
	- рабочая	м/ч	3,5...4,5
	- транспортная	м/ч	346...435
7.	Размеры триерных цилиндров:		
	-диаметр	мм	600
	- длина	мм	1960
8.	Масса машины:		
	- конструктивная	кг	1957
	- с комплектом рабочих органов	кг	1830
9.	Габаритные размеры:		
	- длина	мм	4700
	- ширина	мм	3800
	- высота	мм	2925
10.	Транспортный просвет, не менее	мм	205
11.	Диаметр ячеек цилиндров:		
ВКР 35.03.06.160.18.ЭССМ.00.00.00.ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись
			Дат
			2

12.	- овсюжного	мм	8,5
	- кукольного	мм	5,0
	Отгрузочный элеватор:		
	- число потоков	шт.	2
	- число ковшей в ветви загрузки	шт.	18
	- число ковшей вывода зерна	шт.	24

Скорость движения машины при очистке сельскохозяйственных культур 3,6...4,5 м/ч; транспортная скорость при движении на току – 346...435 м/ч. Машина снабжена устройством, позволяющим автоматически регулировать подачу исходного материала, что стабилизирует технологический процесс работы.



1- воздушноочистительная часть; 2- загрузочный транспортер с питателями; 3- механизм самопередвижения; 4-ограждение; 5- привод решетного стана; 6- рама; 7- решетный стан; 8- триерные цилиндры; 9- элеватор.

Рисунок 3.1 – Общий вид машины СМ–4М

При этом для очистки зернового материала на решетках в нем установлено решета. Решетный стан 7 подвешан к раме 6 на вертикальных подвесах-пружинах, он приводится в возвратно-поступательное движение с помощью

двух шатунов. Одни концы этих шатунов крепятся к хвостовикам головок	Лист
Изм.	2
Лист	
№ докум.	
Подпись	
Дат	

ВКР 35.03.06.160.18.Э ССМ.00.00.00.113

эксцентриков приводного вала, другие – к решетному стану. Решетный стан уравновешен противовесами, которые расположены на главном валу.

Решета очищаются круглыми щетками, установленными под ними. Щеточная очистка состоит из двух прямоугольных рамок, в которые вставлено по шесть щеток. Каждая рама со щетками опирается на четыре ползуна, расположенных в кронштейнах направляющих. Круглые щетки в отличие от существующей машины СМ-4 плотно прилегают к решетам и при работе совершают не только возвратно – поступательное движение, но и вращательное. Рамки со щетками соединены между собой и приводятся в движение шатунами щеточного механизма 3. Шатуны связаны с кривошипами вала привода щеток. Вал привода установлен в двух подшипниках, закрепленных на боковинах воздушной части. При этом каждая круглая щетка имеет вал со звездочками на концах, которые опираются на подшипники, причем все шесть щеток соединены между собой цепной передачей и получают привод от электромотора, размещенного на прямоугольной рамке.

При этом для прижатия рамки решет к верхней направляющей используется механизм зажима, который состоит из опор, закрепляющих на боковине коленчатый вал, ползунов и двух дугообразных пружин.

Когда колена коленчатого вала находятся в верхнем положении, рамка решет прижимается к верхней направляющей и фиксируется. Пружины поднимают ползуны и прижимают рамку щеток к решетному полотну.

Когда колена вала находятся в нижнем положении, пружины отжаты, ползуны с щеточной рамкой опущены, а рамка с решетками лежит на опорах. Верхнее положение коленчатого вала – рабочее, нижнее – для смены решет.

В воздушно-очистительной части (в I аспирации) под шнеком установлен подпружиненный клапан-питатель (рисунок 3.2), усилие которого регулируется с помощью рычага фиксатора. На оси клапана установлен отключающий упор 2 (рисунок 3.2), воздействующий на ролик конечного выключателя 5, связанного электрической связью с механизмом самопередвижения 3.

					ВКР 35.03.06.160.18.ЭССМ.00.00.00.ПЗ	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

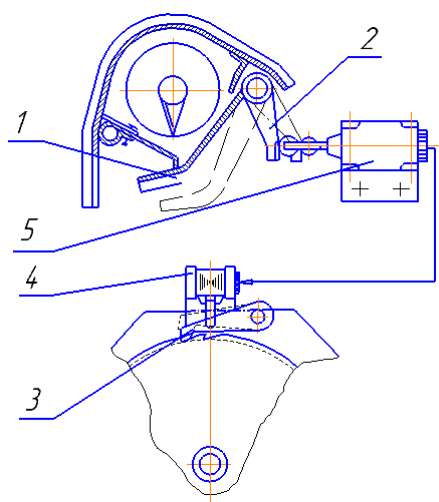


Рисунок 3.2 – Подпружиненный клапан-питатель

После выбора подачи отключающий упор, закрепленный на оси клапана питателя, устанавливается в такое положение, чтобы при увеличении подачи, то есть большем отклонении клапана, упор воздействовал на ролик конечного выключателя. При этом отключается механизм передвижения машины и подача уменьшается. Таким образом, автоматически поддерживается установленная подача обрабатываемого материала, что обеспечивает постоянную загрузку рабочих органов и нормальное протекание технологического процесса.

Подпружиненный клапан питающего устройства позволяет при обработке равномерно распределять материал по ширине аспирационного канала за счет изменения усилия поджатия клапана.

Усилие поджатия клапана изменяется поворотом и фиксацией регулировочного рычага (рисунок 3).

Для мелкосеменных культур усилие поджатия клапана меньше, для зерновых – больше.

При работе на малосыпучем материале для предотвращения сводообразования в питающем устройстве необходимо придать колебание подвижной перегородке с помощью колебателя, а также рабочую поверхность клапана-питателя выполнить по участкам логарифмической спирали.

Причем машина оборудована системой автоматического включения и выключения самохода в зависимости от загрузки (рисунок 2).

					ВКР 35.03.06.160.18.ЭССМ.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		4

Устройство состоит из электромагнита переменного тока однофазного типа МИС-1100Е с тяговым усилием 1,5 кг, с катушкой на 380 В и выключателя конечного типа ВП15-21Б221-54.

Электромагнит установлен над холостой собачкой храпового колеса самохода и шарнирно соединен с нею.

Конечный выключатель стоит в цепи управления электромагнитом и установлен у подпружиненного конца оси клапана 1 распределительного шнека. На торце оси установлен отключающий упор 2. Изменяя его положение относительно нажимного ролика выключателя, можно изменить положение срабатывания в зависимости от угла отклонения клапана распределительного шнека. При переполнении кожуха распределительного шнека клапан отжимается поступающим материалом и через ось и упор воздействует на конечный выключатель. Пуск и остановка двигателей производятся нажатием соответствующих кнопок «пуск» и «стоп».

3.5 Процесс очистки семян семяочистительной машиной

При движении машины вдоль зернового бурта шнековые питатели захватывают исходный материал и подводят к подъемной трубе загрузчика, который подает его в распределительный загрузочный шнек, Шнек распределяет зерновой материал по ширине машины и подает в пневмосепарирующий канал первой аспирации. Воздушный поток из исходного материала выделяет и уносит в осадочную камеру первой аспирации легкие примеси.

Легкая примесь за счет падения скорости воздушного потока в камере оседает на ее дно и выводится из машины.

Очищенный в пневмосепарирующем канале материал поступает на решето Б₁. На решете Б₁ материал за счет подбора размеров отверстий делится на две равные по массе фракции. Фракция прохода содержащая семена основной культуры и мелкие примеси, поступает на решето Б, а фракция схода, содержащая семена основной культуры и крупные примеси, – на решето Б₂. Через отверстия решета Б₂ просеиваются семена основной культуры и

оставшиеся мелкие примеси, а крупные примеси сходят в приемник. Проход с решета Б₂ поступает на решето Г.

Через отверстия решета В просеиваются мелкие примеси и по желобу выводятся в приемник. Сход с решета В поступает на решето Г. Через отверстия решета Г просеиваются мелкие семена основной культуры и оставшиеся мелкие примеси (проход через решето Б₂), которые по желобу направляются в приемник. Сход с решета Г поступает в пневмосепарирующий канал второй аспирации, где воздушный поток выделяет и уносит во вторую осадочную камеру щуплые семена основной культуры и оставшиеся легкие примеси. Очищенный во втором пневмосепарирующем канале материал шнеком подается в первую ветвь отгрузочного элеватора, который транспортирует его в кукольный триер. В цилиндре кукольного триера из материала выделяются короткие примеси, которые западают в ячейки и перебрасываются в желоб. Из желоба короткие примеси шнеком выводятся из триера и объединяются с фракцией прохода решета Г (фуражные отходы). Очищенный от коротких примесей материал подъемным колесом направляется в овсюжный триер для выделения длинных примесей. Ячейки этого триера захватывают семена основной культуры и забрасывают их в желоб, откуда шнеком они выводятся и подаются во вторую ветвь отгрузочного элеватора (очищенные семена). Сходом из цилиндра триера выводятся длинные примеси.

В случае очистки продовольственного зерна триеры могут быть отключены. В этом случае зерно, минуя триерную очистку, поступает во вторую ветвь отгрузочного элеватора.

Для высокоэффективного использования машины следует оформлять бург исходного материала шириной не более 3,2м.

При этом в качестве генераторов воздушного потока каждая аспирация имеет диаметральный вентилятор.

					ВКР 35.03.06.160.18.ЭССМ.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	ВКР 35.03.06.160.18.ЭССМ.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	ВКР 35.03.06.160.18.ЭССМ.00.00.00.ПЗ	4

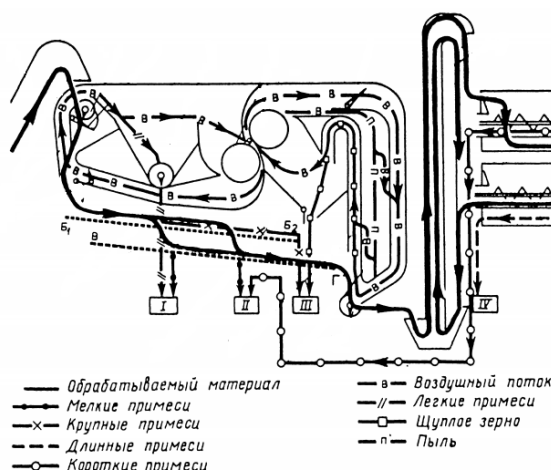


Рисунок 3.3 – Технологическая схема машины СМ-4М

3.6 Конструктивные расчеты

3.6.1 Выбор схемы питания привода

В разработанной схеме конструкции используется электрический привод, подразумевающий использование электромагнитной катушки, питающейся от электродвигателей. В помещении зернотока используется напряжение в 380В для питания электродвигателей и 220В для питания осветительных приборов.

Для питания катушки привода распределителя необходимо преобразовать 220В в 24В. Для питания различных устройств низковольтным напряжением от бытовой сети 220 вольт существуют различные виды и типы, преобразователей напряжения бытовой сети 220 вольт в пониженное. Как правило, это схемы трансформаторного преобразования. Схемы трансформаторного питания строятся по двум вариантам[2,7,25]:

1. "Трансформатор - выпрямитель - стабилизатор" - классическая схема питания, обладающая простотой построения, но большими габаритными размерами;

2. "Выпрямитель - импульсный генератор - трансформатор -выпрямитель - стабилизатор" - схема импульсного источника питания, обладающая малыми габаритными размерами, но имеющая более сложную схему построения.

Самое главное достоинство указанных схем питания - наличие гальванической развязки первичной и вторичной цепи питания. Иногда,

возникает потребность в простой, малогабаритной схеме питания, в которой

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	ВКР 39.05.06.100.18.5 ССМ.00.00.00.113	Лист 7
------	------	----------	---------	-----	--	-----------

наличие гальванической развязки не важно. И тогда мы можем собрать простую конденсаторную схему питания. Принцип её работы заключается в "поглощении лишнего напряжения" на конденсаторе. Для того, чтобы разобраться в том, как это поглощение происходит, рассмотрим, работу простейшего делителя напряжения на резисторах.

Принцип её работы заключается в "поглощении лишнего напряжения" на конденсаторе. Для того, чтобы разобраться в том, как это поглощение происходит, рассмотрим работу простейшего делителя напряжения на резисторах.

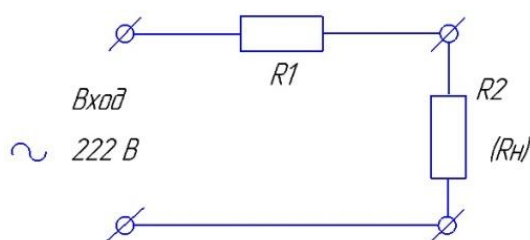


Рисунок 3.4 Схема подключения резисторов

Делитель напряжения состоит из двух резисторов R1 и R2. Резистор R1 – ограничительный, или иначе называется добавочный. R2 – нагрузочный, который является внутренним сопротивлением нагрузки.

Предположим, что нам необходимо из напряжения 220 вольт получить напряжение 12 вольт. Указанные $U_2=24$ вольт должны падать на сопротивлении нагрузки R2. Это означает, что остальное напряжение $U_1=220 - 24=196$ вольт должно падать на сопротивлении R1.

Допустим, что в качестве сопротивления нагрузки мы используем обмотку электромагнитного реле, а активное сопротивление обмотки реле $R_2 = 80$ Ом. Тогда по закону Ома, ток, протекающий через обмотку реле, будет равен: $I_{\text{цепи}} = U_2/R_2 = 12/80 = 0,15$ ампер. Указанный ток должен течь и через резистор R1. Зная, что на этом резисторе должно падать напряжение $U_1 = 196$ вольт, по закону Ома определяем его сопротивление:

$$R_1 = UR_1/I_{\text{цепи}} \quad (3.1)$$

$$R_1 = 196/0,15 = 1,306 \text{ Ом.}$$

Определим мощность резистора по формуле:

					ВКР 35.03.06.160.18.ЭССМ.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		8

$$R_1 / P = U R_1 \cdot I_{\text{цепи}} \quad (3.2)$$

$$196 \cdot 0,15 = 29,4 \text{ Вт.}$$

Для того, чтобы этот резистор не грелся от рассеиваемой на нём мощности, реальное значение его мощности необходимо увеличить в 2 раза, это приблизительно составит 60 Вт. Такие резисторы имеют значительный размер, поэтому их можно заменить конденсаторами. Сопротивление конденсатора можно рассчитать по следующей зависимости:

$$C = \frac{1}{2\pi f X_c}, \quad (3.3)$$

где π - число ПИ = 3,14,

f - частота (Гц),

C - ёмкость конденсатора (фарад).

Преобразовав формулу заменив местами величины C и X_c , мы определим значение ёмкости конденсатора:

$$C = I / (2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 1387) = 2,3 \cdot 10^{-6} \text{ Ф} = 2,3 \text{ мкФ}$$

Это может быть несколько конденсаторов с требуемой общей ёмкостью, включенных параллельно или последовательно.

Однако предложенная схема работать не будет, так как на выходе мы получаем переменный ток. Для придания работоспособности данной схемы необходимо использовать выпрямители. Окончательная схема питания катушки без использования резисторов будет иметь следующий вид:

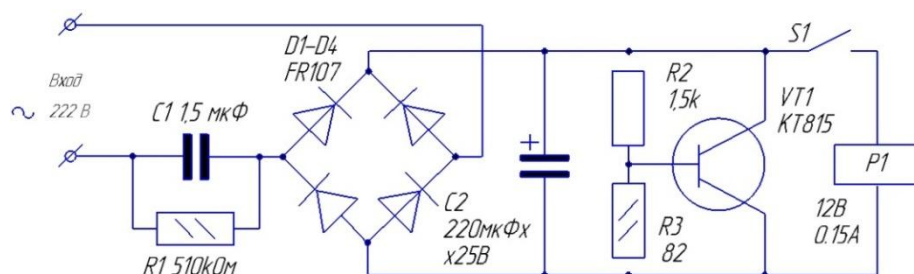


Рисунок 3.5 Схема питания катушки

Конденсатор $C2$ - сглаживающий пульсации. Для исключения опасности поражения электрическим током от накопленного напряжения в конденсаторе $C1$, в схему введен резистор $R1$, который шунтирует конденсатор своим

					Лист	
					9	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	ВКР 35.03.06.160.18.ЭССМ.00.00.00.ПЗ	

сопротивлением. При работе схемы он своим большим сопротивлением не мешает, а после отключения схемы от сети, в течение времени, определяемого секундами, через резистор R1 происходит разряд конденсатора. Таким образом исключается возможность поражения разрядным током конденсатора.

Учитывая, что при работе в переменном напряжении в конденсаторе происходят перезарядные процессы, а также сдвиг фазы тока по отношению к фазе напряжения, необходимо брать конденсатор на напряжение в 1,5...2 раза больше того напряжения, которое подаётся в цепь питания. При сети 220 вольт, конденсатор должен быть рассчитан на рабочее напряжение не менее 400 вольт.

3.7 Прочностные расчеты конструкций

3.7.1 Расчет вала

Проектирование вала начинается с ориентировочного окружения диаметра выходного конца, из расчета на чистое кручение по пониженному допускаемому напряжению без учета влияния изгиба[1,18]:

$$D = \sqrt[3]{\frac{M_k}{[\tau]_k}} \quad (3.4)$$

где M_k – крутящий момент, Н.мм;

$[\tau]_k$ – допускаемое напряжение на кручение, Н/мм²

D – диаметр вала, мм;

$$[\tau]_k = 25 \text{ Н/мм}^2 - 25$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{M_k}{[\tau]_k}} = 30 \text{ мм}$$

Конструкцию вала и установив основные размеры его, выполняют уточненный проверочный расчет, определяя расчетные коэффициенты запаса прочности и для опасных сечений:

$$n = \frac{\sigma_{\text{расч}}}{\sigma_{\text{доп}}} \quad (3.5)$$

$$s = \frac{\tau_{\text{расч}}}{\tau_{\text{доп}}} \quad (3.6)$$

где n – коэффициент запаса прочности по нормальным напряжениям;

					ВКР 35.03.06.160.18.ЭССМ.00.00.00.ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

- коэффициент запаса прочности по касательным напряжениям определяется по формуле:

$$n_{\zeta} = \frac{\zeta_1}{\tau_v} \quad (3.7)$$

где ζ_1 - предел выносливости стали при симметричном цикле изгиба, $H/мм^2$;

$$\zeta_1 = 0,43\zeta_B;$$

$$\zeta_B = 700H/мм^2$$

$$\zeta_1 = 0,43 \cdot 700 = 301H/мм^2$$

R_{ζ} - эффективный коэффициент концентрации нормальных напряжений;

$$R_{\zeta} = 1,5$$

ε_{ζ} - масштабный фактор для нормальных напряжений

$$\varepsilon_{\zeta} = 0,88$$

β - коэффициент, учитывающий влияние шероховатости поверхности

$$\beta = 0,9$$

τ_v - амплитуда цикла, равная наибольшему напряжению,

$$\tau_v = 340$$

ζ_m - среднее напряжение цикла, если осевая нагрузки нет, то $\zeta_m = 0$

$$n_{\zeta} = \frac{\zeta_1}{\tau_v} \cdot \zeta_m$$

Коэффициент запаса прочности по касательным напряжениям определяется по формуле:

$$n_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\tau_v} \quad (3.8)$$

где τ_{-1} - предел выносливости стали при симметричном цикле крушения.

3.7.2 Расчет вала на изгиб

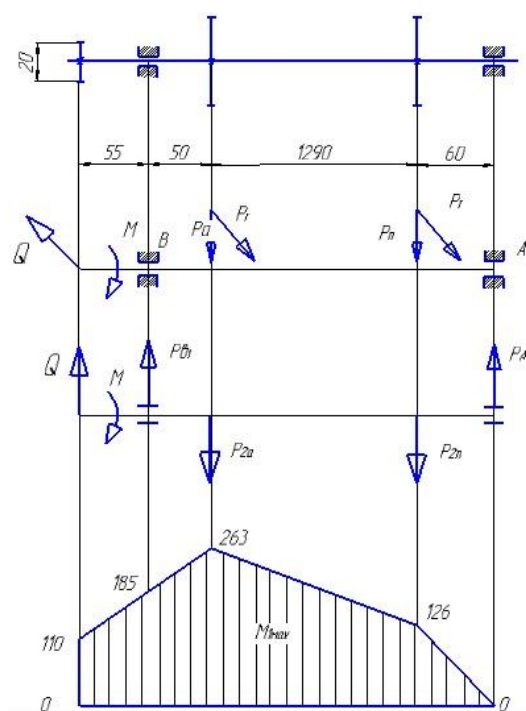


Рисунок 3.6 – Расчет вала на изгиб

$$\tau_{-1} = 0,58 \quad \tau_{-1} = 0,58 \cdot 301 = 174,58.$$

R_{τ} - эффективный коэффициент концентрации касательных напряжений.

$$R_{\tau} = 1,19$$

ε_{τ} - масштабный фактор для касательных напряжений $\varepsilon_{\tau} = 0,77$

$$\tau_v = 170$$

$$n_{\tau} = \frac{\tau_v}{\tau_{-1}} = 0,59.$$

$$n = \frac{\tau_v}{\tau_{-1}} = 3,5.$$

Расчет вала на изгиб.

Момент на звездочке

$$M = 132 \text{ Н.м}$$

Осевая сила на валу

$$P_a = \text{---} . \quad (3.9)$$

$$P_a = \text{---} = 880 \text{ Н.}$$

Радиальная сила на валу

$$P_1 = P_2 \cdot \operatorname{tg} \alpha . \quad (3.10)$$

$$P_1 = 880 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 1968 \text{ Н.}$$

Сила напряжения Q вала цепью

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	Лист
					11

ВКР 35.03.06.160.18.ЭССМ.00.00.00.ПЗ

$$Q = P_{\text{онр}} + 2 \cdot 9.81 R_+ \cdot d, \quad (3.11)$$

где $R_+ = 1,5$ – коэффициент угла наклона

$q = 2,6$ кг/м – масса 1 м. цепи

$d = 2$ м – межцентровое растяжение.

Собираем момент вокруг точки В

$$\begin{aligned} \Sigma M R_{B1} &= 0 \\ M + Q \cdot 0,066 + P_2 \cdot 0,052 + R_2 \cdot 0,82 - R_{A1} \cdot 0,89 &= 0 \\ R_{A1} &= \frac{M + Q \cdot 0,066 + P_2 \cdot 0,052 + R_2 \cdot 0,82}{0,89} = 2130 \text{ Н} \end{aligned} \quad (3.12)$$

Собираем момент вокруг точки А

$$\begin{aligned} \Sigma M R_{A1} &= 0 \\ M + R_{B1} \cdot 0,89 + Q \cdot 0,956 - 0,82 \cdot R_{21} - R_{22} \cdot 0,07 &= 0 \\ R_{B1} &= \frac{M + R_{21} \cdot 0,82 + R_{22} \cdot 0,07 - Q \cdot 0,956}{0,89} = 794 \text{ Н} \end{aligned} \quad (3.13)$$

Собираем момент вокруг точки В

$$\begin{aligned} \Sigma R_{B2} &= 0 \\ M + R_{A1} \cdot 0,052 + R_{A2} \cdot 0,82 - R_{A2} \cdot 0,82 &= 0 \\ R_{A2} &= \frac{M}{0,82 - 0,052} = 1010 \text{ Н} \end{aligned} \quad (3.14)$$

3.7.3 Расчет шпонки на срез и на смятие

Проверочный расчет шпонки на срез и на смятие производится по следующим формулам [1,8]:

$$\text{На смятие} \quad \tau_{\text{см}} = \frac{M}{d \cdot b} \leq [\tau]_{\text{см}}; \quad (3.15)$$

$$\text{На срез} \quad \tau_{\text{с}} = \frac{M}{d \cdot b} \leq [\tau]_{\text{с}}; \quad (3.16)$$

где τ - крутящий момент, *нм*;

d - диаметр вала, *м*

b и $e \cdot b$ - соответственно ширина и рабочая длина шпонки, *м*;

K - справочный размер для расчета на смятие;

					ВКР 35.03.06.160.18.ЭССМ.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		13

$d_{\text{см}}$ $[\tau]_{\text{см}}$ - расчетное и допускаемое напряжение на смятие для шпоночного соединения, н/м^2

τ_c и $[\tau]_c$ - расчетное и допускаемое напряжение по срез шпонки, н/м^2 .

$$d_{\text{см}} = \frac{100 \cdot 10^6}{1.25} = 79 \cdot 10^6 \text{ н/м}^2.$$

$[\tau]_{\text{см}}$ - допускаемое напряжение на смятие равен $100 \cdot 10^6 \text{ н/м}^2$:

$$d_{\text{см}} = 79 \cdot 10^6 < [d]_{\text{см}} = 100 \cdot 10^6 \text{ н/м}^2$$

$$\tau_0 = \frac{100 \cdot 10^6}{3.5} = 29 \cdot 10^6 \text{ н/м}^2$$

$[\tau]_{\text{см}}$ - допускаемое напряжение на срез равен $\tau_c = 29 \cdot 10^6 < [\tau]_c = 60 \cdot 10^6$, н/м^2
условия выполняется.

3.8 Основные положения безопасности к разработанной конструкции

3.8.1 Требования безопасности труда к конструкции семяочистительной машины СМ-4М

Семяочистительная машина СМ-4М высотой 2,9 м, занимает площадь 18 м^2 , расположена в зернотоке. Пускатели электродвигателей находятся непосредственно на конструкции, на высоте 1,5 метра от пола. Исправление повреждений, очистку машин от зернового материала, регулировку и смазывание разрешается проводить только при выключенных механизмах и вывешивании на пульте управления предупреждающей таблички.

Пуск и включение агрегата, устранение неисправностей и регулировку должен проводить только механик. Все работы по ремонту, регулировкам и очистке рабочих органов производить в спецодежде и рукавицах при выключенном питании[9].

1. Во время работы машины категорически запрещается трогать руками вращающийся детали и узлы

2. Все вращающиеся детали и узлы должны быть ограждены защитными кожухами и окрашены в соответствующий цвет.

4. Семяочистительная машина должно находиться в технически исправном состоянии.

					ВКР 35.03.06.160.18.ЭССМ.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		2

5. Рабочее место должно соответствовать санитарно-гигиеническим требованиям.

6. Питающий кабель нельзя укладывать на пути движения транспортных средств.

7. Курение около семяочистительной машины запрещается.

3.8.2 Инструкция по безопасности труда для оператора семяочистительной машины СМ-4М

Утверждено на заседании

УТВЕРЖДАЮ

комитета протокол №... от

Ген. директор

.....

Инструкция по безопасности труда для оператора семяочистительной машины СМ-4М

1. Общие требования безопасности:

- К работе допускаются лица не моложе 18 лет, имеющие удостоверение на обслуживание данной сельскохозяйственной техникой и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

2. Опасные и вредные факторы.

- попадание во вращающиеся узлы и детали семяочистительной машины.

- посторонних предметов.

- повышенная запыленность воздуха.

- повышенный уровень шума.

3. Требования безопасности перед началом работы.

- надеть спецодежду.

- проверить и визуально исправность механизмов и кожухов.

- в начале работы произвести пробный пуск.

4. Требования безопасности во время работы.

- категорически запрещается находиться на рабочем месте в нетрезвом

состоянии.

Лист

ВКР 35.03.06.160.18.ЭССМ.00.00.00.ПЗ
ВКР 35.03.06.160.18.ЭССМ.00.00.00.ПЗ

Лист

15

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

- запрещается работать без спецодежды.
- соблюдать общие и специальные правила по технике безопасности при работе в цехе.
- запрещается снимать защитные кожухи вращающихся деталей и узлов во время работы.
- не допускать посторонних лиц на машину во время работы.

5. Требования безопасности в аварийных ситуациях.

- При возникновении аварий и ситуаций, которые могут привести к несчастным случаям, принять все меры по устранению и ликвидации.
- При необходимости оказать первую медицинскую помощь себе и пострадавшим.

6. Требования безопасности по окончании работы.

- снять спецодежду, обувь, сдать на хранение, принять душ.
- при сдаче обратить внимание на плавность работы машины.

7. Ответственность

За нарушение правил безопасности труда и требований данной инструкции оператор несет материальную и дисциплинарную ответственность.

Разработал

Гл. инженер

Согласовано

Специалист по БТ.

Выводы по подразделу:

Внедрение запланированных мероприятий позволяет:

- улучшить условия труда у 23 работников, из них 5 женщинам;
- повысить производительность на 10%;
- уменьшить потери рабочего времени;
- улучшить безопасность труда при работе.

3.8.3 Расчет заземления

Находим сопротивление растеканию одиночного трубчатого стержня[2,7]:

$$R_{03}=0,366 \cdot \frac{\rho}{l} \quad \text{—} \quad \text{—} \quad \text{Ом} , \quad (3.17)$$

где ρ — сопротивление почвы, $0,2 \cdot 10^4$ Ом;

					l — длина заземляющего стержня или прутка, мм:	Лист
					ВКР 35.05.06.160.18:ЭССМ.00.00.00.ПЗ	17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

d – диаметр стержня, мм;

h – расстояния от поверхности земли до середины заземления, мм.

$$R_{03}=0,366 \cdot \frac{M_0}{M} = 7,90 M_\odot,$$

Находим количество труб.

$$N_m = \text{---}, \text{шт} \quad (3.18)$$

где R_k – общее сопротивление растеканию тока с контура, не более 40м;

$n_{\text{э}}$ – коэффициент экранирования;

n – коэффициент сменности.

N_m = _____ IIT

Принимаем 4 штуки.

3.9 Оценка технико-экономической эффективности использования усовершенствованной электрической системы сеячистительной машины СМ-4М

3.9.1 Обоснование технологии использования и конструкции электрической системы СМ-4М

Для сравнения принят зерноочистительная машина СМ-4. При этом определение (расчет) сопоставимых технико-экономических показателей работы сравниваемых зерноочистительных машин проводится по существующим методикам и рекомендациям [5], а для определения показателей экономической эффективности исходные данные выбраны из справочного материала. Общая масса сконструированных деталей и узлов новой конструкции определена путем измерения их объема, удельного веса (или путем взвешивания). Краткая методика расчета отдельных технико-экономических показателей оценки сравниваемых зерноочистительных машин приведена в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Методика расчета технико-экономических показателей

№ п/п		Расчетная формула			Обозначения		Значения	
							Проектный	Базовый
								Лист 18
Изм.	Лист		№ докум.	Подпись	Дат	ВКР 35.03.06.160.18.ЭССМ.00.00.00.ПЗ		

1	2	3	4	5
1.	$G = (G_K + G_T) \cdot K$	Масса конструкции, кг	1750	1830
2.	$C_{60} = \text{—————}$	Стоимость балансовая, тыс. руб.	563251	620000
3.	$W_{\text{ч}} = 3600 \cdot \Delta L \cdot U_B \cdot p \cdot \psi$	Производительность часовая, т/ч	6	4
4.	$\mathcal{E}_e = \frac{N_e}{W_{\text{ч}}}$	Энергоемкость выполняемой операции, кВт/т	1,23	1,3
5.	$M_e = \frac{G}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{зод}} \cdot T_{\text{сл}}}$	Металлоемкость технологического процесса, кг/ед	0,03	0,05
6.	$F_e = \frac{C_6}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{зод}}}$	Фондоемкость процесса , руб/т	95,9	158,4
7.	$T_e = \frac{n_p}{W_{\text{ч}}}$	Трудоемкость процесса, чел.ч/т	0,33	0,5
8.	$C_{\text{зп}} = Z_{\text{ч}} \cdot T_e$	Расходы на оплату труда, руб/т	49,5	75
9.	$C_3 = \mathcal{C}_3 \cdot \mathcal{E}_e$	Расходы на электроэнергию, руб/кВт	4,92	5,2
10.	$C_{\text{пто}} = \frac{C_6 \cdot H_{\text{пто}}}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{зод}}}$	Расходы на ТО и ремонт, руб/т	17,18	28,36
11.	$A = \frac{C_6 \cdot a}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{зод}}}$	Отчисления амортизационные, руб/т	11,96	19,81
12.	$S = C_{\text{зп}} + C_3 + C_{\text{пто}} + A$	Себестоимость работы,	186,4	210,7

		руб/т		
13.	$C_{\text{прив}} = S + E_n \cdot F_e$	Затраты приведенные, руб/т	200,78	234,46
14.	$\Delta_{\text{год}} = C_{\delta} - S_{\text{п}} \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{го}}$	Экономия годовая, руб	142621	-
15.	$E_{\text{год}} = \Delta_{\text{год}} - E_n \cdot \Delta k$	Экономический эффект годовой, руб	142607	-
16.	$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\delta n}}{\Delta_{\text{год}}}$	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	3,94	-
17.	$E_{\text{эф}} = \frac{\Delta_{\text{год}}}{C_{\delta}}$	Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений	0,25	-

Анализируя показатели таблицы 3.1 можно сделать вывод, что проектируемая конструкция экономически выгодна. По сравнению с базовой конструкцией проектируемая конструкция считается более экономически эффективной, так как ее срок окупаемости менее 7 лет и коэффициент эффективности более 0,25. Также из таблицы видно, что металаемкость конструкции, энергоемкость меньше сравниваемой.

В заключении отметим, что годовой экономический эффект, являющийся основным критерием экономической эффективности использования предлагаемой конструкции составляет 142607 рублей в расчете на одну тонну.

					ВКР 35.03.06.160.18.ЭССМ.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		20

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Урожай и качество растениеводческой продукции в основном зависят не только от качества выполнения полевых работ, но и выполнения работ после уборки на зернотоке. Поэтому в настоящей работе в первом разделе произведен обзор литературных и патентных источников, где отмечено, что сельскохозяйственные предприятия развиваются динамично, несмотря на сложные погодные и иные условия. В последние годы ими приобретается ресурсосберегающая и энергонасыщенная техника, в частности, зерноуборочные комбайны, тракторы и машины для послеуборочной обработки зерна. Для обеспечения их бесперебойной работы был произведен соответствующие определения и расчет необходимого количества зерноочистительных машин, протравливателей и сушильного комплекса, находящихся на зернотоке, которые произведены во втором разделе.

В третьем разделе было разработано устройство для усовершенствования электрической системы семяочистительной машины СМ-4, в частности, в воздушно–решетной системе данной машины усовершенствован клапан– питатель и щетки для очистки решет. Произведены электрический и прочностной расчет деталей и узлов конструкции.

Произведенный расчет оптимальной производительности и загрузки зернотока позволит бесперебойно работать уборочным машинам и сократить сроки уборки урожая. Разработанная конструкция способствует качественному выполнению технологического процесса семяочистительной машины в целом, также уменьшить микро-макроповреждение зерна и повысить качество семенного материала.

Внедрение разработанных мероприятий и устройства позволит получить годовую экономию в 142607 рублей, а срок окупаемости капитальных вложений составляет 3,94 лет.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ануриев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя. В 3-х т. 1-5е изд., перераб. и доп./В.И. Ануриев – М.:Машиностроение, 1980. – 728 с.
2. Барыбина Ю.Г. справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования: Энергоатомиздат, 1991
3. Бородин И.Ф., Судник Ю.А. Автоматизация технологических процессов. – М.:КолоС,2004. – 344 с.: ил. – (Учебники и учеб. Пособия для студентов высш. Учеб. Заведений).
4. Босой Е.С. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин / Е.С. Босой, О.В. Верняев, И. И. Смирнов, Е. Г. Султан-Шах.-М.: Машиностроение, 1977. - 568 с.
5. Булгариев Г.Г. Методические указания по экономическому обоснованию

дипломных проектов и выпускных квалификационных работ Г.Г. Булгариев, Р.К Абдрахманов, А.Р. Валиев// -Казань, 2009. - 64 с.

6. Буторина М.В. Инженерная экология и экологический менеджмент/ М.В. Буторина, П.В. Воробьев, А.П.Дмитриева и др.: Под ред. Н.И. Иванова, И.М. Фадына.-М.: Логос, 2002.-528 с.: ил.

7. Герасимова Л.А. Пустарнакова С.А. Курсовые проектирование. Справочное пособие по выполнению курсовой работы по дисциплине «Общая электротехника и электроника».–Мелеуз,2005.

8. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин. М.: Высш. Шк., 1995.

9. Зотов Б.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве /Б.И. Зотов, В.И. Курдюмов/ - М.: КолосС, 2003 г.

10. Карпенко А.Н. Сельскохозяйственные машины. — 5-е изд. пераб. и доп. /А.Н. Карпенко, В.М. Халанский// — М.: “Колос”., 1983.—495 с.

11. Кравчук В.И. Рекомендации по технологии уборки и разработке схемотехнических решений машин уборочно–транспортного комплекса для фермерских хозяйств / В.И. Кравчук, А.Н. Леженкин, А.С. Кушнарев и др. Мелитополь: ТДАТУ, 2003. – 35 с.

12. Листопад Г.Е. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Г.Е. Листопад, Г.К. Демидов, Б.Д. Зонов и др.-М.: Агропромиздат, 1986. - 688 с.

13. Мудров А.Г. Текстовые документы: Учебно-справочное пособие / А.Г. Мудров. – Казань: РИЦ; «Школа», 2004.–144 с.

14. Нуруллин Э.Г. Машины для послеуборочной обработки зерна и семян / Э.Г. Нуруллин.- Казань, 2008. - 48 с.

15. Нуруллин Э.Г. Инновации в послеуборочной обработке зерна и семян / Э.Г. Нуруллин, Ю.В. Еров и др. – Казань: Слово, 2009. – 104 с.

16. Нуруллин Э.Г. Сельскохозяйственные машины / Э.Г. Нуруллин. – Казань, 2011. – 120 с.

17. Окнин Е.С. Машины для послеуборочной обработки зерна / Е.С. Окнин, И.В. Горбачев и др. – М.: Агропромиздат, 1987. – 238 с

18. Решетов Д.Н. Детали машин: Атлас конструкций – М.: Машиностроение, 1992. – 352 с.
19. СНиП 11–4–79. Естественное и искусственное освещение.
20. Справочник инженера–электрика сельскохозяйственного производства / Учебное пособие. – М.: Информагротех, 1999. – 536 с.
21. Сычугов Н.П. Транспортно-вентиляционные аэрожелоба / Н.П. Сычугов. – Киров: Вятская ГСХА, 2010. – 264 с.
22. Типовые нормы выработки и расхода топлива на сельскохозяйственные механизированные (машины) работы. — изд. 4., перераб. -М.: Россельхозиздат, 1997.—395 с.
23. Халанский В.М. Сельскохозяйственные машины / В.М. Халанский, И.В. Горбачев.- М.: КолосС, 2003. - 624 с..
24. Шашин Э. В. Состояние и перспективы развития технологий и технических средств для уборки зерновых культур. – М.: Россельхозиздат, 1988.
25. Электротехника и электроника. Под ред. В.Г. Герасимова. В 3-х книгах. – М.: Энергоатомиздат, 1997...1999.

СПЕЦИФИКАЦИИ