

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление **«Агроинженерия»**

Профиль **«Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции»**

Кафедра **«Машины и оборудование в агробизнесе»**

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: **Проектирование технологической линии производства муки с модернизацией ситовеечной машины**

Шифр **35.03.06.133.18**

Студент _____ **Батыршин Э.Г.**

подпись

Ф.И.О.

Руководитель **доцент** _____ **Матяшин А.В.**
ученое звание _____ Ф.И.О.

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

Зав. кафедрой **профессор** _____ **Адигамов Н.Р.**
ученое звание _____ Ф.И.О.

Казань – 2018 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Кафедра «Машины и оборудование в агробизнесе»

Направление «Агроинженерия»

Профиль «Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции»

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

/Адигамов Н.Р./

«_____» 2018 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Батыршину Э.Г.

Тема ВКР Проектирование технологической линии производства муки с модернизацией ситовеечной машины

утверждена приказом по вузу от «_____» 20 ____ г. №_____

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР 14 июня 2018

3. Исходные данные Научно-техническая литература
Материалы прохождения преддипломной практики

4. Перечень подлежащих разработке вопросов

1. состояние вопроса по теме выпускной квалификационной работы
2. технологические расчёты
3. конструктивная разработка
4. мероприятия по охране труда и охране окружающей среды
5. экономические расчёты

5. Перечень графических материалов

1. сборочные и рабочие чертежи разработки
2. экономические показатели
3. схемы технологий производства муки
4. технологическая схема процесса
5. обзор конструкций

6. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант
Безопасность жизнедеятельности	Доцент Гаязиев И.Н.
Экономические вопросы	Доцент Сафиуллин И.Н.

7. Дата выдачи задания 25 апреля 2018 г.

Календарный план

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Анализ состояния вопроса	23 апреля 2018-1 мая 2018	В срок
2	Технологические расчёты	1 мая 2018-10 мая 2018	В срок
3	Конструктивные расчёты	10 мая 2018-20 мая 2018	В срок
4	Экономические расчёты	20 мая 2018-30 мая 2018	В срок
5	Оформление работы	30 мая 2018-14 июня 2018	В срок

Студент _____ (Батыршин Э.Г.)

Руководитель ВКР _____ (Матяшин А.В.)

Аннотация

На тему: Проектирование технологической линии производства муки с модернизацией ситовеечной машины

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записи на __ листе машинописного текста и графической части на __ листах формата А1.

Записка состоит из введения, __ разделов, выводов, предложений и включает __ рисунков и __ таблиц. Список используемой литературы содержит __ наименований.

В первом разделе приведен анализ технологической переработки продовольственного зерна на предприятии, проанализированы существующие технологии переработки зерна

Во втором разделе, предложена новая технология, приведены технологические расчеты. Также разработаны мероприятия по охране окружающей среды, охраны труда, мероприятия по внедрению элементов производственной гимнастики.

В третьем разделе модернизирована конструкция ситовечной машины, произведены необходимые конструктивные и прочностные расчеты. составлена инструкция по безопасности использования установки дано экономическое обоснование модернизации конструкции, подсчитан экономический эффект, срок окупаемости капиталовложений.

Записка завершается выводами и предложениями.

Annotation

On the topic: Design of the production line of flour with the modernization of the sieve machine

Final qualifying work consists of an explanatory note on __ sheet of typewritten text and graphic part on __ sheets of A1 format.

The note consists of an introduction, __ sections, conclusions, proposals and includes __ figures and __ tables. The list of references contains __ names.

The first section provides an analysis of technological processing of food grain at the enterprise, analyzes the existing technologies of grain processing

In the second section, a new technology is proposed, technological calculations are given. Also developed measures to protect the environment, labor protection, measures for the introduction of elements of industrial gymnastics.

In the third section, the structure of the sieve machine is modernized, the necessary structural and strength calculations are made. drawn up instructions for the safe use of the installation of the economic substantiation of the modernization construction, the estimated economic impact, the payback period of the investment.

The note concludes with conclusions and conclusions.

ВВЕДЕНИЕ

Мукомольное производство - важнейшая отрасль сельскохозяйственного производства. Удельный вес продукции мукомольного производства в денежном выражении составляет более половины всей валовой продукции перерабатывающей промышленности. Мукомольное производство дает ценные продукты питания, а также нормы для отраслей животноводства и птицеводства.

При сортовых, хлебопекарных и макаронных помолах зерна пшеницы промежуточные продукты сортирования в рассевах представляют собой однородную по крупности, но неоднородную по качеству смесь, состоящую из крупинок чистого эндосперма, участков частиц эндосперма с частицами оболочек и частиц оболочек. Если эти смеси измельчать на вальцовых станках вместе, то качество вырабатываемой муки по показателям зольности и цвету будут значительно снижаться в результате попаданием в нее оболочных частиц, а это в свою очередь уменьшит выход муки высоких сортов и особенно высшего сорта.

Выделить из смеси оболочек и получить чистые крупки, которые будут в дальнейшем измельчены в муку высших сортов - важнейшая часть технологического процесса сортового помола мукомольного завода. Кроме того, очищенные крупки необходимо разделить на фракции по величине, чтобы в дальнейшем подвергнуть их раздельной переработке.

Разделение смеси крупок и дунстов по качеству и крупности осуществляется на ситовеечных машинах.

От эффективного ситовеечного процесса зависят количество и качество получаемой продукции, протяженность технологического процесса, его энергоемкость и другие показатели работы мукомольного завода, поэтому в настоящее время актуален вопрос модернизации, усовершенствования существующих ситовеечных машин и разработка новых конструкций.

Целью модернизации ситовеечной машины является изменение её технологических параметров: увеличение производительности, уменьшение металлоемкости, энергоемкости и повышение качества получаемого продукта.

1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

1.1 Существующие технологические схемы переработки продовольственного зерна

Производство муки осуществляется на основе сложных технологических схем, органически сочетающих ряд специализированных процессов. Весь комплекс этих процессов можно разделить на две группы: процесс подготовки зерна и процессы производства готовой продукции.

Основными из этих процессов являются:

в подготовительном отделении:

- а) сепарирование;
- б) гидротермическая обработка;
- в) очистка (обработка) поверхности зерна;
- г) формирование помольной смеси;

в размольном отделении:

- а) измельчение зерна и промежуточных продуктов;
- б) сортирование продуктов дробления по крупности;
- в) сортирование промежуточных продуктов (крупок) по добротности.

В зависимости от вида перерабатываемой культуры на мукомольном заводе, типа помола, могут использоваться и особые процессы, в ряде случаев некоторые процессы могут отсутствовать в технологической схеме.

Сепарирование. Поступающее на перерабатывающее предприятие зерно содержит известное количество примесей посторонних частиц. Семена сорных растений, части стеблей, колоса, семена других культур, песок, комочки земли и металлические примеси. До переработки зерна в готовую продукцию эти посторонние включения должны быть удалены, что является первой задачей сепарирования помольной смеси.

Вторая задача сепарирования связана с фракционированием партий зерна по размерам (крупности). На мукомольных заводах рекомендуется

рассортировать партию зерна на две фракции по крупности и раздельно проводить для них все операции в подготовительном отделении.

Магнитные сепараторы используются выделения из зерновой массы металломагнитных примесей. Присутствие этих примесей может быть причиной образования искры при ударе частиц о металлические или абразивные поверхности, что при благоприятных условиях может привлечь за собой взрыв или пожар. Кроме того, недопустимо присутствие металлических частиц в готовой продукции.

Камнеотделительные машины используются для отделения комочком земли и камней. В некоторых устройствах для облегчения процесса стратификаций и его регулирования на слой продукта на сите воздействуют воздушным потоком, направленным снизу вверх. В других случаях разделения по плотности сочетают с различиями в упругости частиц, коэффициенте их трения по материалу рабочей плоскости и т.п.

Триеры используются при сепарировании по геометрической характеристике частиц комплектов, составляющих зерновую смесь, позволяет разделить ее на фракции при помощи сит и триерных поверхностей.

Для очистки и сортирования зерна по размерам поперечного сечения применяются сита с перфорированными отверстиями (штампованными) и реже сита из тканых сеток.

В зависимости от формы и размеров зерен смеси применяют ту или иную конфигурацию отверстий сит, которая в основном обусловлена на повышением вероятности просеивания.

Моечные машины. В ванне моечной машины зерно интенсивно промывается – грязь и микроорганизмы удаляются не только с поверхности зерна, но и из бороздки. При обработке в отжимной колонке моечной машины происходит легкое шелушение зерна. Одновременно с очисткой поверхности зерна в ванне моечной машины удаляются из зерновой массы

гидродинамические легкие (частицы колоса, стебля, щуплые зерна и т.п.) и тяжелые примеси (галька, кусочки немагнитных металлов, стекла и т.п.).

Правила организаций и ведение технологического процесса на мукомольных заводах устанавливают, что зерно пшеницы необходимо мыть обязательно, независимо от типа помола и степени загрязненности. Для мойки зерна разрешается использовать только питьевую воду.

При этом расход питьевой воды составляет около 2 м^3 на 1 т зерна; после мойки зерна вода содержит большое количество загрязнений, в том числе микробиологические. Такую воду перед сбросом в канализацию очищают.

Учитывая дефицит и высокую стоимость питьевой воды, желательно применять ее повторно после тщательного удаления всех посторонних включений.

Гидротермическую обработку (ГТО) зерна на мукомольных заводах проводят как с использованием сложных машин и аппаратов, так и достаточно простых устройств типа бункеров для отволаживания.

В процесс ГТО на зерно воздействуют водой и теплом. Поэтому параметрами, определяющими режим этого процесса, являются влажность, температура, давление и продолжительность процесса (в целом и по этапам).

Изменить влажность зерна можно различными способами: добавлением воды в массу зерна, мойкой зерна в специальных машинах, обработкой зерна паром в особых аппаратах-пропаривателях. Увлажненное зерно можно прогреть или же провести последующие этапы процесса при обычной температуре.

Конкретное сочетание этих параметров процесса определяет вариант (метод) ГТО, а значения параметров в данном методе – режим обработки.

На мукомольных заводах России и стран СНГ применяют два метода ГТО: холодное и скоростное кондиционирование.

Метод холодного кондиционирования состоит в увлажнении зерновой массы и последующей выдержкой ее (отволаживаний) в бункерах; название метода обусловлено тем, что его проводят без подогрева зерна.

В процессе скоростного кондиционирования зерно обрабатывают паром в сочетании с последующей мойкой в холодной воде. Благодаря такому резкому воздействию на зерно свойства его изменяются быстро, и необходимая продолжительность отволаживания значительно сокращается. Поэтому данный способ и получил название скоростного кондиционирования.

При поступлении в размольное отделение зерновая смесь должна иметь следующие показатели качества:

- влажность на оптимальном уровне, т.е. в пределах 15,0...16,5% для пшеницы и 13,5...15% для ржи в зависимости от конкретных свойств зерна;
- содержание сорной примеси не более 0,4%, в том числе вредной не более 0,05%, минеральная примесь не допускается;
- содержание зерновой примеси (ржи и ячменя в пшенице или ячменя во ржи) не более 4%;
- содержание сырой клейковины для пшеницы при сортовых помолах не менее 26%, при обойном помоле не менее 20%. []

Измельчение. Для измельчения зерновых культур в зависимости от целевого назначения результатов помола на разных этапах технологического процесса применяют различные измельчающие машины.

Измельчение зерна требует значительных затрат энергий. Так, в мукомольном производстве этот процесс поглощает 70% всех энергозатрат.

Процесс измельчения в технологии производства муки относят к числу наиболее сложных. Это обусловлено тем, что объектом измельчения является зерна – тело сложной формой и строения; физико-химические и структурно-механические свойства анатомических частей которого резко различны. Кроме того, технолог заинтересован в однородном измельчении всего зерна

только при производстве комбикормов или же при производстве крупы и сортовых помолах зерна измельчения должно быть избирательным.

В мукомольном производстве основная измельчающая машина – вальцовый станок.

Сортирование по крупности при выработке муки представляет собой важнейшую технологическую операцию. [17]

В мукомольном производстве при дроблении зерна в вальцовых станках образующиеся продукты резко различаются по крупности. Это существенно затрудняет их дальнейшую обработку. Эффективность операции с ними в ситовеечных машинах и в вальцовых станках зависит от гранулометрического состава этих продуктов; чем более они выровнены по крупности, тем точнее можно отрегулировать режим работы соответствующей технологической системы. Кроме того, пофракционное разделение продуктов дробления зерна в определенной мере обеспечивает и разделение их по добротности. Наконец, посредством сортирования на ситах выделяются конечные продукты размола зерна: мука и отруби.

Продукты измельчения зерна по крупности сортируют в специальных машинах-рассевах.

Сортирование по добротности. Современный технологический процесс сортового помола построен по принципу избирательного измельчения. На первом этапе в вальцовых станках сравнительно грубо дробят зерно и извлекают в рассевах частицы эндосперма в виде крупок и дунстов. При этом крупки получаются неоднородными по добротности: наряду с частицами чистого эндосперма в их массе присутствуют также сростки (эндосперм вместе с оболочками зерна) и частицы оболочек с незначительным содержанием эндосперма. [3]

Если направить такую смесь крупок сразу на размольные системы, то мука получится высокозольной и темной, так как наряду с эндоспермом интенсивному измельчению подвергаются и оболочки. Для получения высококачественной муки крупки необходимо рассортировывать на

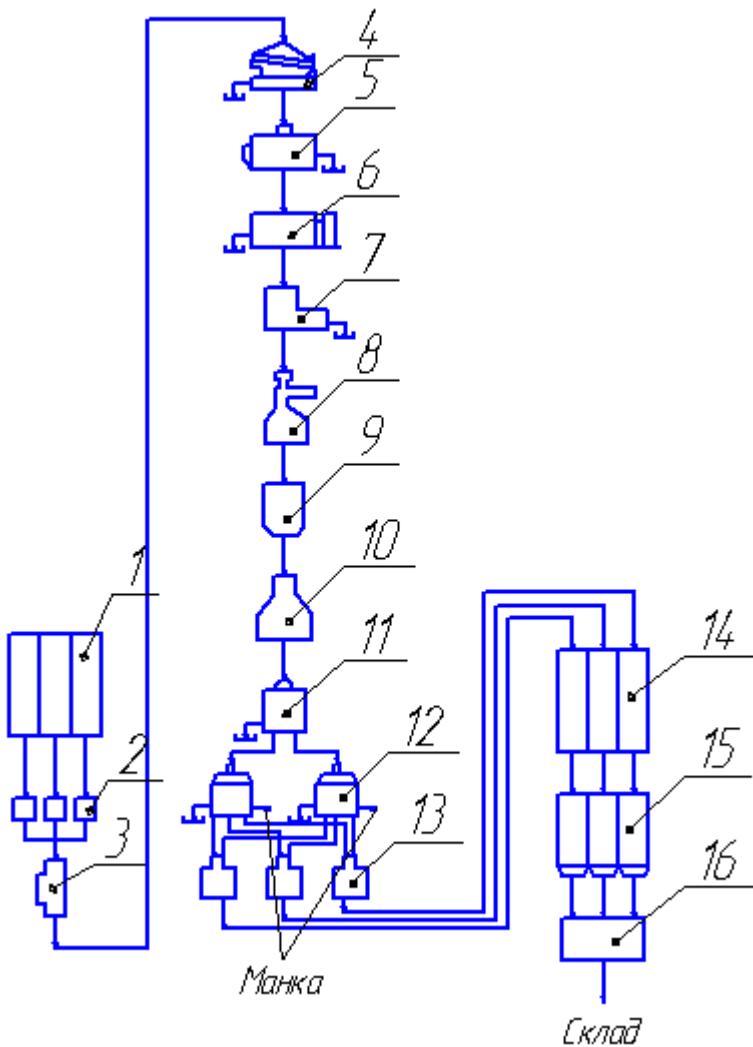
добротности, т.е. выделить из их массы фракции частиц чистого эндосперма. Проссееванием на ситах разделить с высокой эффективностью массу крупок на фракции не удается. Поэтому используют особые машины-ситовеечные. Этот процесс сортирования крупок по добротности называют процесс обогащения крупок.

Вымалывание. На последних системах драного и размольного процессов при переработке пшеницы в сортовую муку получают оболочки различной формы и размеров, которые покрыты тонким слоем эндосперма.

Как показали исследования, количество не измельченной муки в вымольных продуктах (оболочках) может доходить до 20%. Отделение частиц эндосперма от оболочек в вальцовых станках связано с большими затратами энергии. Поэтому применяют вымольные машины с бичевыми или щеточными ротором, вращающимся в подвижной или неподвижной ситовой обечайке.

Оболочки в вымольных машинах подвергаются ударно-истирающему воздействию со стороны рабочих органов, что и приводит к отделению эндосперма. [16]

Технология переработки продовольственного зерна в ОАО «Казань зернопродукт» представлена на рисунке 1.1. После бункеров для неочищенного зерна 1, через дозаторы для зерна 2, компоненты помольной смеси на предварительную очистку в магнитные сепараторы 3, где из смеси выделяются магнитные примеси. Далее зерно попадает в камнеотделительные машины 4, что обеспечивает высокую эффективность удаления примесей, а также позволяет фракционировать зерно по крупности. Это создает благоприятные условия для работы триеров.



1 – бункер для неочищенного зерна; 2 – автодозатор для зерна УРЗ-1; 3 – магнитный сепаратор А1-ДЭС; 4 – камнеотделительная машина РЗ-БКТ; 5 – куклеотборочная машина А9-УТК-6; 6 – овсюгоотборочная машина А9-УТО-6; 7 – моечная машина ЗМК-60; 8 – увлажнительная машина ТУ-БУВ-10; 9 – силос для отволаживания; 10 – вальцовый станок А1-Б3; 11 – рассев РЗ-БРБ; 12 – ситовеечная машина ЗМС-2-4; 13 – бичевая машина А1-БВУ; 14 – силос; 15 – бункер для муки; 16 – фасовка.

Рисунок 1.1 - Схема технологий переработки продовольственного зерна

Далее зерно подается на куклеотборочные машины 5, где происходит отделение куколя от помольной смеси. Заканчивается сепарирование овсюгоотборочными машинами 6. В моечных машинах 7 смесь моют при температуре 30° - 40°C, отжимают и направляют на гидротермическую

обработку, которая в свою очередь состоит из увлажнительных машин 8 и силоса для отволаживания 9. Отволаживание происходит 6-8 часов.

На этом подготовительный этап заканчивается и зерно поступает в размольное отделение. Зерновая смесь, попадая на вальцовые станки 10, грубо дробится и подается на рассевы 11, где она сортируется на две фракции и подается в ситовеечные машины 12. После обогащения в ситовеечных машинах уже тремя проходами смесь попадается в вымольные машины 13. Мука трех сортов подается в силос для дозревания и охлаждения. Дальше мука подается в бункер бестарного хранения, отсюда она идет на фасовку или отгружается бестарным способом в автомуковозы.

Длительность производственного цикла основных видов продукции (мука, крупа) – 108 ч, из них 36 ч – на подготовку зерна к помолу, 24 ч – на переработку зерна и 48 ч – на дозревание муки.

Производство работает по сложному повторительному помолу с сокращенным процессом обогащения крупок. Структурная схема которого представлена на рисунке 1.2

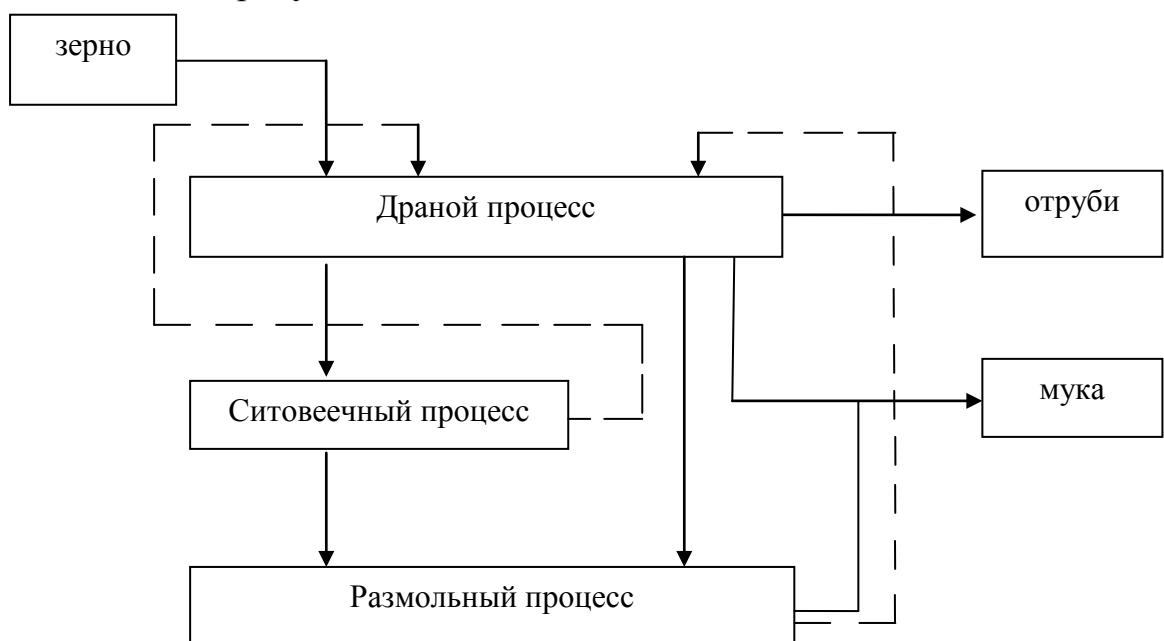
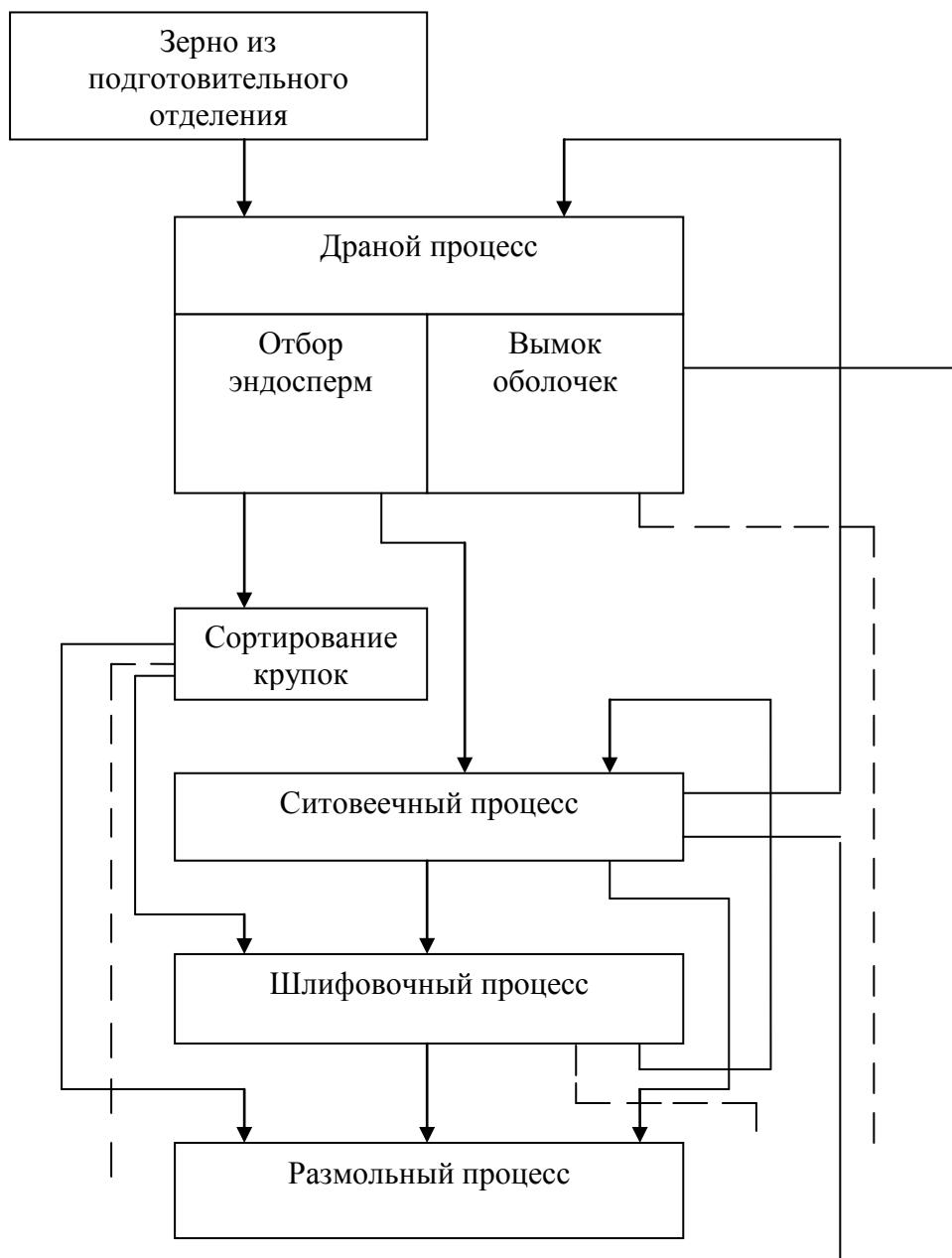


Рисунок 1.2 - Структурная схема сложного повторительного помола с сокращенным ситовеечным процессом

Существуют технологии со сложным повторительным помолом с развитым процессом обогащения (рисунок 1.3). Подготовительный процесс у обоих технологий совершенно идентичный, различия лишь в размоле. [15]

Сложность анатомического строения зерна и задача получения муки только в результате измельчения крахмалистой части эндосперма требует многоступенчатого построения процесса помола. На первом этапе в данном процессе осуществляется первичное дробление зерна. Основная его задача состоит в извлечении крахмалистого эндосперма в виде крупочных частиц. На первых системах драного процесса муку получают как побочный продукт. На последних системах проводят вымой оболочек, отбирая оставшиеся в сходовых продуктах эндосперм в виде муки и дунстов.



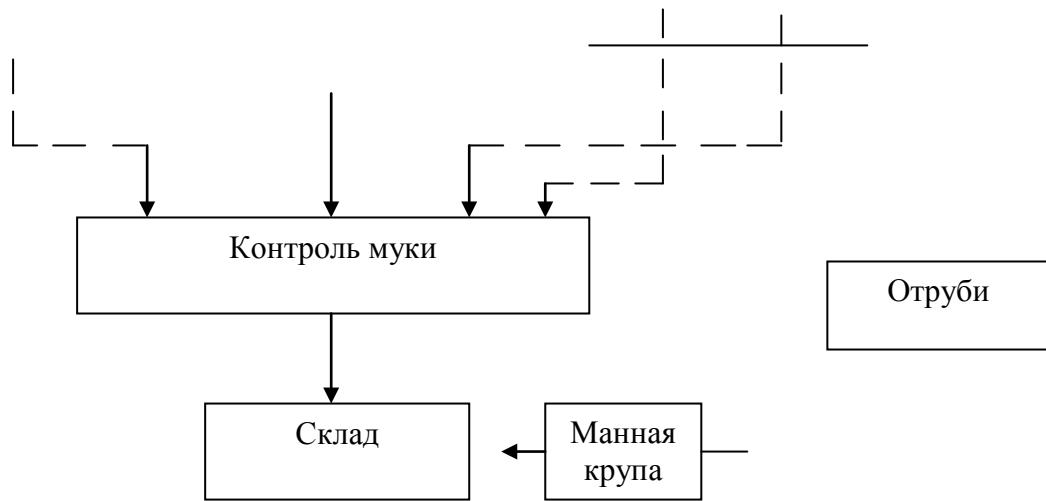


Рисунок 1.3 - Структурная схема сложного повторительного помола с развитым процессом обогащения крупок

Выделенную крупку дополнительно сортируют на фракции по крупности, причем освобождают ее от муки. Полученные при этом чистые дунсты могут быть направлены в размольный процесс, а крупка поступает в ситовеевые машины для обогащения. Часть крупки в ситовеечный процесс может быть направлена непосредственно с драных систем, минуя этап сортирования. [27]

Прошедшая этап обогащения крупка не представляет собой продукт, полностью подготовительный к измельчению. В ее массе присутствует определенное количество сростков, при размоле которых получается мука невысокого сорта и качества. Поэтому крупку с ситовеечных направляют на шлифовочные системы, где она проходит дополнительное дробление. Размеры крупки уменьшаются, но она освобождается от оболочек. Образовавшиеся чистые дунсты направляют на размольные системы, а крупку повторно обогащают в ситовеечных машинах. После этого основную массу крупки направляют на размол, а некоторые потоки вновь возвращают на шлифовочные системы для дополнительной обработки. В шлифовочном процессе получают незначительное количество муки, образующейся при дроблении крупки.

Задача размольного процесса состоит в том, чтобы измельчить крупку в муку. Именно на этом этапе получают основное количество муки (не менее $\frac{2}{3}$). Таким образом, все предыдущие этапы являются подготовительными.

Извлеченная в размольном отделении, шлифовочном, сортировочном и драном процессах мука проходит контрольное просеивание (по сортам) и поступает в цех готовой продукцией для реализации. Сюда же поступает и манная крупа, выделенная в ситовечном процессе. Полученные на последних системах драного и размольного процессах отруби направляют в склад для последующего использования их в качестве компонентов комбикормов. [6]

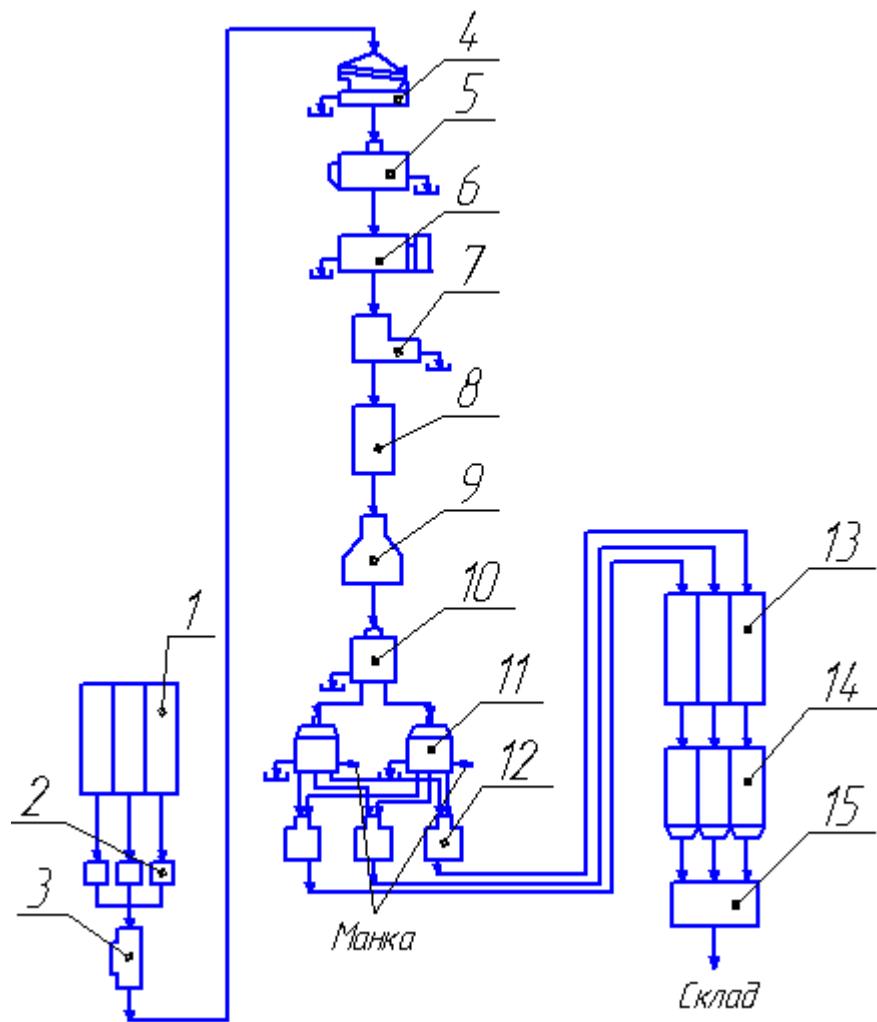
Организация технологического процесса сложных повторительных помолов с развитым процессом обогащения характеризуется наличием не только прямых, но и обратных связей между отдельными этапами. Это существенно усложняет его ведение и повышает требования к стабилизации режимов на каждом этапе, а в пределах этапов на каждой технологической системе. Процесс непрерывен. Поэтому изменение режимов на его отдельно взятых с ними. Ошибка в организации и ведении процесса на одном из этапов не может быть исправлена посредством изменения режимов на других этапах. [26]

Преимущество первой схемы заключается в процессе.

Недостатком является длительность производственного цикла.

Вторая технологическая схема имеет очень сложную структуру, необходимо стабилизировать режимы.

Проектируемая технология лишена этих недостатков (рисунок 1.4). Она построена по схеме сложного повторительного помола с сокращенным ситовечным процессом. [13]



1 – бункер для неочищенного зерна; 2 – автодозатор для зерна УРЗ-1; 3 – магнитный сепаратор А1-ДЭС; 4 – камнеотделительная машина РЗ-БКТ; 5 – куколеотборочная машина А9-УТК-6; 6 – овсюгоотборочная машина А9-УТО-6; 7 – моечная машина ЗМК-60; 8 – паровой кондиционер АСК-10; 9 – вальцовый станок А1-Б3; 10 – рассев РЗ-БРБ; 11 – ситовеочная машина А1-БСО; 12 – вымольная машина А1-БВУ; 13 – силос; 14 – бункер для муки; 15 – фасовка.

Рисунок 1.4 - Схема проектируемой технологии переработки продовольственного зерна.

Неочищенное зерно из бункера 1 через автодозаторы для зерна 2 подается на магнитные сепараторы 3, где происходит очистка помольной смеси от железомагнитных примесей. Далее смесь очищается от камней,

комочков земли в камнеотделительные машины 4. Отсюда зерно подается в куколеотборочную машину 5, где происходит отделение куколе от помольной смеси. Сепарирование заканчивается на овсюгоотборочной машине 6.

Далее идет гидротермическая обработка смеси, которая заключается в мойке зерновой смеси в моечных машинах 7, здесь удаляются пыль, грязь, солому. Отжатое зерно подается в паровые кондиционеры 8, где помольная смесь пропаривается, моется холодной водой, отжимается. Зерновая смесь находится в паровых кондиционерах 3 ч. [14]

Дальше зерно подается в размольное отделение мельницы, где оно грубо дробится на вальцовых станках 9. Из вальцовых станков помольная смесь подается на сортирование по крупности, т.е. в рассевы 10.

В ситовеечных машинах 11 происходит обогащение крупок и дунстов. Далее по схеме отсортированная смесь подается на вымольные машины 12, где происходит вымалывание оставшегося эндосперма из частиц оболочек. В сilosах мука по сортам дозревает, подается в бункеры бестарного хранения, откуда можно загружать в автомуковозы или в железнодорожные вагоны и отправить на фасовку в мешки на 50 кг. [26]

Продолжительность производственного цикла 103 часа, из них 31 ч – уходит на подготовку зерновой смеси; 24 ч – занимает разлом зерновой смеси; 18 ч – дозревание муки.

Таким образом, длительность производственного цикла уменьшилась на 5 часов, за счет применения паровых кондиционеров АСК-10, что напрямую скажется на повышении производительности и снижение себестоимости выпускаемой продукции. [10]

Преимуществами данной технологической линии является:

- меньшая продолжительность производственного цикла;
- простота линий;
- линия укорачивается, освобождая производственные площади;

- в ситовеечный процесс включены более производительные машины А1-БСО с малым выходом зольности;
- экономит денежные средства.

Для внедрения в производство данной технологической линии не требуется больших капиталовложений, так как это не повлечёт за собой новые производственные площади, дополнительный персонал.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 технологические расчёты

Работа ситовеечной машины оценивается по производительности, выходу обогащенного продукта, удельной нагрузке, степени снижения зольности.

Производительность ситовеечной машины определяется по формуле [8]:

$$Q = \frac{G \times 60}{t \times 1000} \quad (2.1)$$

где G – количество продукта, поступающего в машину, т; t – время снятия продукта, мин.

$G = 33$ т [15];

$t = 1$ мин [15].

$$Q = \frac{33 \times 60}{1 \times 1000} = 2 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Удельная нагрузка определяется по формуле [15]:

$$q_c = \frac{Q}{B} \quad (2.2)$$

где B – ширина сит верхнего яруса ситовеечных машин, см

$B = 43,2$ см.

$$q_c = \frac{4800}{43,2} = 1111 \frac{\text{кг}}{\text{см. сут}}$$

Выход обогащенного продукта определяется по формуле [25]:

$$B_{ob} = \frac{q_1 + q_2 + \dots + q_n}{G} \times 100 \quad (2.3)$$

где q_1, q_2, q_n – масса проходовых фракций, отобранных из под машины в единицу времени, кг; G – количество продукта, поступившего в машину за ту же единицу времени, кг.

$$q_1 = 6,6 \text{ кг [15]}; \quad G = 13,7 \text{ кг [15]}.$$

$$q_n = 5,8 \text{ кг [15]};$$

$$B_{o\delta} = \frac{6,6 + 5,8}{13,7} \times 100 = 90,5\%$$

Степень снижения зольности определяется по формуле [25]:

$$\Delta Z = \frac{Z_1 - Z_2}{Z_1} \times 100 \quad (2.4)$$

где Z_1 – зольность поступающего в машину продукта, %; Z_2 – зольность обогащенного продукта, %.

Зольность обогащенного продукта определяется по формуле [25]:

$$Z_2 = \frac{a_1 \times q_1 + a_n \times q_n}{q_1 + q_n} \quad (2.5)$$

где a_1, a_2 – зольность массы проходовых фракций, %.

$$a_1 = 0,58\% \text{ [15]};$$

$$a_2 = 0,67\% \text{ [15]}.$$

$$Z_2 = \frac{0,58 \times 6,6 + 0,67 \times 5,8}{12,4} = 0,62\%$$

$$Z_1 = 1,05\% \text{ [15]}$$

$$\Delta Z = \frac{1,05 - 0,62}{1,05} \times 100 = 40,9\%$$

2.2 Расчет процесса

График организаций технологических процессов составляют для определения режима работы предприятия, продолжительности и

последовательности операций в течении суток и цикла, взаимосвязи отдельных операций, интенсивности и часового материального баланса производства. График является основной для дальнейшего подбора и расчета машин и аппаратов и соответственно для построения графика работы технологического оборудования. Технологический график составляют на основании продуктового расчета и рабочих диаграмм технологических процессов производства муки.

Для построения графика организаций технологических процессов необходимо иметь четкое представление об отдельных операциях и технологическом оборудовании.

Расчет и подбор технологического оборудования необходимо предусматривать новые высокопроизводительные прогрессивные аппараты и машины непрерывного действия. Подбор производится после продуктового расчета, выполнения технологической части и составления графика организаций технологических процессов, который предопределяет необходимое количество машин, аппаратов, оборудования. Правильный выбор машин и аппаратов обеспечивает необходимые условия для планомерной и четкой работы всего предприятия.

Время работы оборудования зависит от качества поступающего сырья (засоренности примесями, влажности). Зададимся средней продолжительностью каждой операции.

Выбирается наиболее распространенное для мукомольных заводов оборудование.

Необходимое количество оборудование определяется по формуле [22]:

$$N = \frac{W}{Q \times t} \quad (2.6)$$

где W – цикловая производительность мельницы, т; Q – производительность оборудования, т/ч; t – время работы оборудования, ч.

$Q = 300$ т.

Количество автодозаторов для зерна марки УРЗ-1 будет равно:

$$N = \frac{300}{5 \times 2} = 30$$

Аналогично рассчитывается количество остального оборудования.

Результаты сносятся в таблицу 2.1.

Расход электроэнергии на операцию определяется по формуле [7]:

$$\mathcal{E}_n = N \times t \times n \quad (2.7)$$

где N – мощность оборудования, кВт.

Расход электроэнергии дозаторов будет равным $N = 0,9$ кВт [7]

$$\mathcal{E}_n = 0,9 \times 2 \times 30 = 54 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Аналогично рассчитывается расход электроэнергии для остального оборудования. Результаты сводятся в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 Технологическое оборудование

№ п/п	Наименование оборудования	Марка	Производи- тельность, т/ч	Мощность, кВт	Кол-во машин	Расход эл.- энергии
1	Автодозатор для зерна	УРЗ-1	5	0,9	30	54
2	Магнитный сепаратор	А1-ДЭС	20,7	1	3	18
3	Камнеотделительная машина	РЗ-БКТ	6	1,1	9	59,4
4	Куколеотборочная машина	А9- УТК-6	6,2	3	8	144
5	Овсюгоотделительная машина	А9- УТО-6	6,2	2,2	8	105,6
6	Моечная машина	ЗМК-60	10,3	2	15	60
7	Паровой кондиционер	ACK-10	10,4	1,5	15	45
8	Вальцовый станок	А1-БЗ	3,3	18,5	12	1776
9	Рассев	РЗ-БРБ	2	1,2	38	182,4
10	Ситовеечная машина	А1-БСО	2	1,1	38	167,4
11	Бичевая машина	А1-БУВ	2,6	4	15	180

Удельный расход электроэнергии определяется по формуле [18]:

$$q = \sum \mathcal{E}_\lambda \quad (2.8)$$

$$q = 3091,6 \text{ к Вт} \cdot \text{ч}$$

2.3 Разработка мероприятий по экологии окружающей среды

2.3.1 Состояние охраны окружающей среды на предприятиях

Предприятия мукомольной и комбикормовой промышленности могут являться источниками интенсивного загрязнения атмосферы, водоемов и почвы. Строительство новых предприятий и увеличение производственной мощности действующих приводит к росту объема и усложнению состава промышленных выбросов в окружающую среду, причем особенность выбросов заключается в том, что многие из них специфичны только для этих предприятий.

При прохождении производственной практики на предприятии было установлено, что основными источниками загрязнения воздушного бассейна являются мельница сортового помола пшеницы, элеватор и комбикормовой завод. В вентиляционных выбросах содержится оксид углерода, пыль. Количество выбрасываемого производства изменяются в широких пределах.

Предприятие является потребителем большого количества чистой воды для нужд производства, сточные воды которых существенно загрязнены, особенно соединениями. На 1 т зерна в среднем расходуется до 15 м^3 воды, около 95% которой загрязняется в процессе производства. Состав сточных вод предприятия примерно аналогичен составу хозяйствственно-бытовых стоков, только содержит большое количество крупных взвешенных частиц (солома, колосья, земля, камни), а также разнообразные бактериальные загрязнения, в том числе и патогенные.

Образование отходов и выбросов в технологических процессах вызвано рядом причин. Основные источники и причины, приводящие к попаданию загрязнителей в атмосферу – это несовершенство технологий или применяемого оборудования, длительная эксплуатация без профилактических осмотров и ремонта, несоблюдение технологического регламента и небрежная эксплуатация оборудования, изменение условий подготовки сырья или качества сырья, выпуск новой продукции без необходимой реконструкции старого оборудования, недостаточная механизация и автоматизация производственных процессов и т.п. [12]

2.3.2 Рекомендации по улучшению экологической обстановки на предприятиях

Мероприятия по улучшению экологической обстановки на предприятиях должны содержать комплекс защитных мер, которые определяются системой государственных законодательных актов. Так, меры по предупреждению загрязнения биосферы выбросами предприятия состоит из следующих мероприятий:

- разработка и применения в промышленности малоотходных и безотходных технологических процессов;
- разработка и применение газоочистительного и пылеулавливающего оборудования для защиты воздушного бассейна от выбросов вредных веществ;
- широкое применение оборотного и повторного водоснабжения, создание в перспективе бессточных технологических процессов;
- оснащение предприятий эффективными системами очистки сточных вод.

2.4 Безопасность труда при работе на ситовеечной машине

Конструкция ситовеечной машины должна соответствовать по всем основным положениям документа и санитарным и гигиеническим требованиям.

Ситовеечная машина устанавливается на бетонированный пол и закрепляется фундаментными болтами. Вращающиеся части должны иметь защитные кожухи. Смесь подается и выводится самотеком в специальных рукавах. Ящик управления смонтирован в удобном месте.

Рабочее место должно содержаться в чистоте и порядке, оператору выделяется специальная одежда.

На предприятии составляется коллективный договор с разделом охраны труда по решению специальных вопросов. Договор предусматривает проведение мероприятия по предотвращению несчастных случаев, по улучшению условий труда рабочих.

Договор улучшения охраны труда на предприятиях должен выполняться. Рабочим и операторам бесплатно выдается специальная одежда, проводятся инструктажи, обучение операторов. Один раз в день должна проводиться уборка рабочих мест на мельнице. Раз в неделю - влажная уборка. Такой режим уборки вытекает из того, что фактические параметры запыленности не превышают допустимых норм.

2.4.1 План организационных мероприятий на предприятии по охране труда

Приобрести современную нормативно-техническую документацию и литературу по ОТ и ТБ и постоянно ее обновлять.

Ответственный: инженер по ОТ и ТБ. Срок 15.09.18 г.

Оборудовать уголок по технике безопасности в слесарной мастерской.

Ответственный: инженер по ОТ и ТБ. Срок 15.09.18 г.

Приобрести огнетушители ОХЛ-20 – 20 шт.

Ответственный: инженер по ОТ и ТБ. Срок 15.10.18 г.

Разработать инструкцию по безопасности труда оператора при работе на ситовеечной машине.

Ответственный начальник цеха. Срок 1.11.18 г.

2.4.2 План мероприятий по безопасности жизнедеятельности при выполнении технологической операции на ситовеечной машине

Приобрести новую спецодежду для обслуживающего персонала.

Ответственный: заведующий складом. Срок 1.09.18 г.

Обновить инвентарь для уборки рабочих мест.

Ответственный: заведующий складом. Срок 1.09.18 г.

Произвести расчет и установку заземления ситовеечной машины.

Ответственный: главный энергетик. Срок 1.09.18 г.

2.5 Производственная гимнастика на рабочем месте

Производственная гимнастика — набор элементарных физических упражнений, которые выполняются сотрудниками организации на рабочем месте и включаются в режим рабочего дня с целью повышения работоспособности, укрепления здоровья и предупреждения утомления сотрудников. Комплекс упражнений для производственной гимнастики составляется с учётом особенностей трудового процесса.

Формы выполнения производственной гимнастики могут быть различными: это вводная гимнастика или физкультурная пауза, или физкультурная минутка, или микропауза активного отдыха.

При разработке комплексов упражнений необходимо учитывать:

- 1) рабочую позу которую сотрудник занимает наибольшее время при выполнении рабочего процесса, а так же положение тулowiща (согнутое или прямое, свободное или напряженное);
- 2) рабочие движения могут быть быстрые или медленные, амплитуда движения, их симметричность или асимметричность, однообразие или разнообразие, степень напряженности движений, что важно учитывать при разработке рекомендаций;
- 3) характер трудовой деятельности (нагрузка на органы чувств, психическая и нервно-мышечная нагрузка, эмоциональная нагрузка, необходимая точность и повторяемость движений, монотонность труда);
- 4) степень и характер усталости по субъективным показателям (рассеянное внимание, головная боль, ощущение болей в мышцах, раздражительность);
- 5) возможные отклонения в здоровье, требующие индивидуального подхода при составлении комплексов производственной гимнастики;
- 6) санитарно-гигиеническое состояние места занятий рекомендуется комплексы проводить на рабочих местах, через определенные постоянные промежутки времени.

Вводная гимнастика - организованное, систематическое выполнение специально подобранных физических упражнений перед началом рабочего дня с целью быстрейшего адаптации организма. Типичный комплекс вводной гимнастики состоит из 6-8 упражнений, близких к рабочим движениям и оказывающих разностороннее влияние на организм. Продолжительность вводной гимнастики - 5-7 мин.

В комплекс вводной гимнастики обычно включают следующие компоненты:

- разминочная ходьба;
- упражнения на поддерживание с глубоким дыханием;
- упражнения для мышц туловища и плечевого пояса (наклоны, повороты туловища с большой амплитудой и активными движениями рук);

- упражнения на растягивание мышц ног, а также упражнения общего воздействия (полу шпагаты, приседания, бег на месте, подскоки);
- упражнения для мышц рук и плечевого пояса (на растягивание и мышечное усилие, для сохранения хорошей осанки);
- упражнения на точность движений и концентрацию внимания.

Кроме того может быть рекомендовано физкультурная пауза - выполнение физических упражнений, составленных с учетом особенностей конкретного вида трудовой деятельности. Физкультурная пауза позволяет предупредить наступающее утомление и обеспечить поддержание определенного уровня работоспособности. Продолжительность физкультурной паузы - не более 5-10 мин.

Комплекс физкультурной паузы составляется, как правило, по индивидуальным рекомендациям врача, у которого наблюдается работник предприятия.

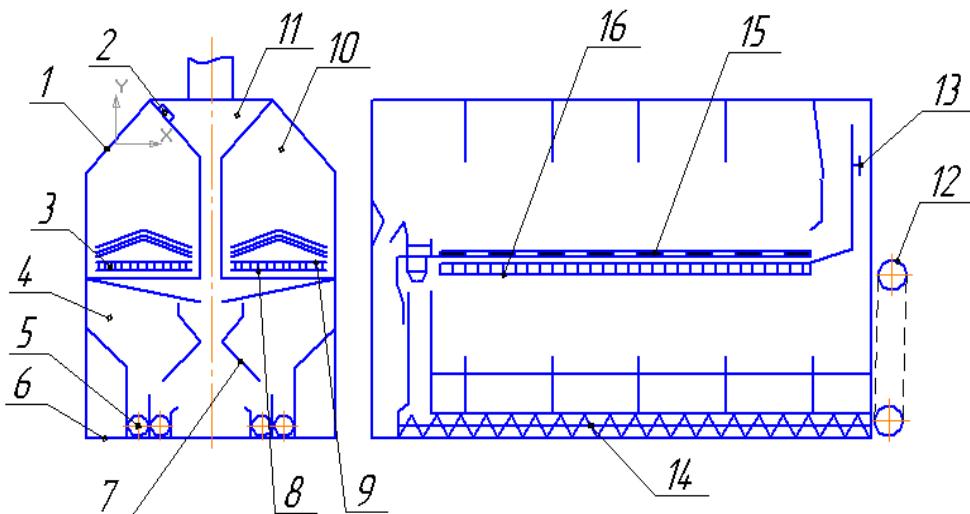
3. КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Обзор существующих конструкций.

Ситовоздушные сепараторы являются основным типом подготовительного отделения мельничных, крупяных и комбикормовых предприятий, они так же широко применяются на элеваторах семяочистительных заводах. Их основное назначение выделение примесей различного происхождения отличающихся от перерабатываемой культуры размерами по ширине и толщине, а так же аэродинамическими характеристиками.

В настоящее время сепараторы выпускаются в виде двух самостоятельных блоков: пневмосепарирующего и ситового при этой компоновке происходит распределение зерна на выходе сходом с подсевного сита, по нагрузочным условиям и скорости потока для ввода в пневмосепарирующий канал.

Ниже рассмотрим основные конструкции ситовеечных машин.



1,10 - аспирационные камеры; 2,7 - клапаны; 3 - ситовой корпус; 4 - короба; 5 - станина; 6 - станина; 8,9 - латки; 11 - осадочная камера; 12 - эксцентриково-шатунный механизм; 13 - питающее устройство с задвижкой; 15 - рама с поддоном; 14 - желобок; 16 - сито.

Рисунок 3.1 - Схема одноступенчатой ситовеющей машины

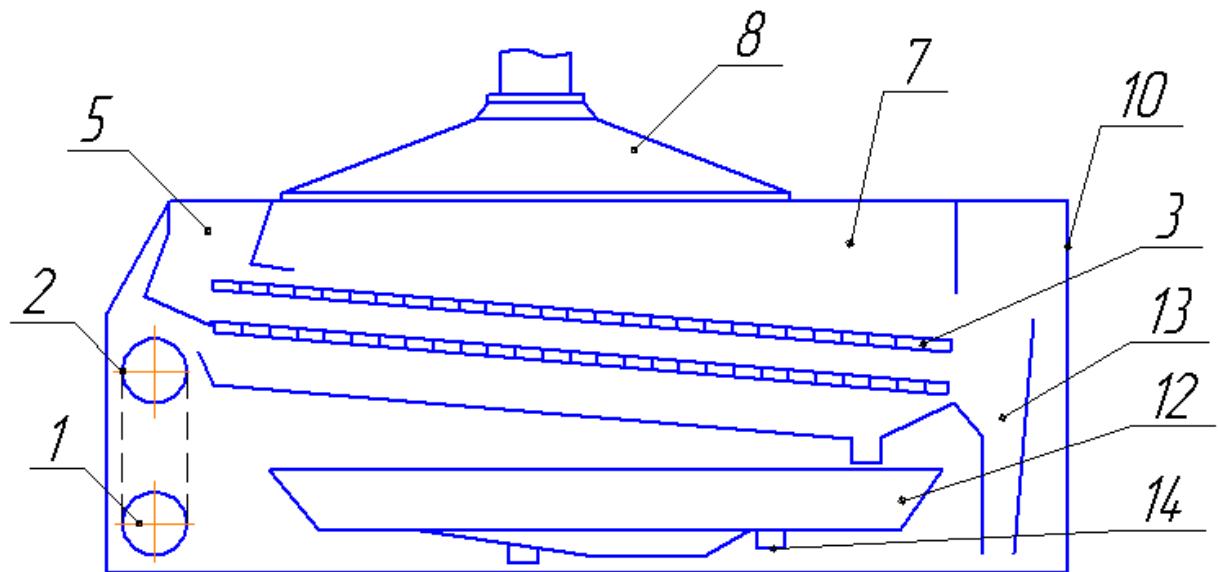
Под ситами расположены короба 4 с двумя станинами 5, снабженными поворотными перьями. Это позволяет перемещать проходовые фракции крупок в необходимую сторону по длине машины. Клапаны 7, установленные в коробах, дают возможность разделять очищенную крупу по добротности на два сорта и направлять каждый поток в один из мешков.

Воздух, проходя через сито, уносит с собой частицы, обладающие малой скоростью витания. Они попадают в продольный лоток 9, по которому выводятся из машины. Не выпавшие в желобки легкие частицы либо оседают в камерах 11, откуда продольными латками 8 удаляются из машины, либо уносятся с воздухом в фильтр.

Недостатками этих машин является одна ступень сортирования (15) - двухприемная ситовеющая машина ЗМС-2-2 (рисунок 3.2) выпускается в

деревянном исполнении. Она состоит из приемной камеры 5 с поплавковым питателем, ситового корпуса 3 с двумя рядами сит, корпуса сборника 12,

над ситовой аспирационной камеры 7 и камеры сходов 13, смонтированных на общей станине 10.



1 - электродвигатель; 2 - эксцентриковый колебатель; 3 - ситовой корпус; 4 - пружина оттяжная; 5 - приемная камера; 6 - труба; 7 - аспирационная камера; 8 - растроб; 9 - механизм регулировки аспирационного режима; 10 - станина; 12 - корпус-сборник; 13 - камера сходов; 14 - патрубок для вывода продукта.

Рисунок 3.2 - Ситовеочная машина ЗМС-2-2

Перегородки в ситовом корпусе и аспирационной камере делят машину на две симметричные независимые части, каждая из которых имеет питатель и сборник продукта под ситами.

Каждая половина ситового корпуса включает верхний и нижний ярусы сит и сборники продукта. Сита очищаются инерционными щетками, которые перемещаются между поддоном и ситом.

Под первыми двумя рамами верхнего яруса сит установлены поперечные трубы 6, по которым подводиться и распределяется воздух между половинами машины, под ними находится рама со штампованным ситом для выравнивания потока воздуха по площади сит. Секционные сборники продукта, проходящие под ситами четырех последних рам верхнего яруса, представляют собой желобковые рамы.

Надситовая аспирационная камера 7, изготовленная из дерева, разделена на пять отсеков. В каждом отсеке установлен механизм с ручками 9, позволяющий регулировать количество воздуха, проходящего через данный отсек и участок сита.

Для вывода схода с верхнего и нижнего ярусов сит в конце машины установлена камера сходов 13, в каналах которой имеются лепестковые клапаны для уменьшения подсоса воздуха в камеру. Надситовая камера присоединяется при помощи раstra 8 к аспирационной сети предприятия.

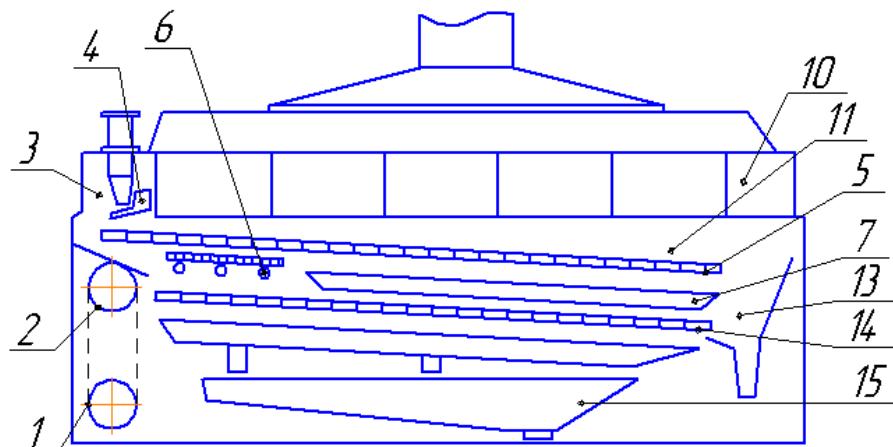
Корпус-сборник 12 для сбора и вывода продуктов, проходящих через сита, представляет собой жесткую конструкцию, состоящую из двух корпусов, в каждом из которых имеются патрубки 14 для вывода продукта. Корпус-сборник опирается на вертикальные плоские пружины, прикрепленные к нижним швеллерам станины. Для обеспечения наклоненного положения подвесок к передним подвескам ситового корпуса прикреплены оттяжные пружины 4.

Ситовой корпус и корпус-сборник приводится в возвратно-поступательное движение от эксцентрического колебателя 2, который двумя большими кронштейнами крепится к передней плите корпуса-сборника, а двумя малыми кронштейнами – к швеллеру ситового корпуса. Привод в движение осуществляется от электродвигателя 1 через клиноременную передачу [22]

Недостатком этих машин является деревянное исполнение, малая регулировка наклона ситового корпуса.

Преимущество – параллельная работа двух ситовых корпусов.

- четырехприемная ситовеочная машина ЗМС-2-4 (рисунок 3.3) выпускается в металлическом исполнении и состоит из приемной камеры 3, ситового корпуса 13, корпуса-сборника 15, эксцентрического колебателя 2, аспирационной камеры 10, камеры сходов 16, станины 17, электродвигателя.



1 – электродвигатель; 2 – эксцентрический колебатель; 3 – приемная камера; 4 – поплавковый питатель; 5 – ситовая рама; 6 – трубы подвода воздуха; 7 – поперечные лотки; 8, 12 – желобковые рамы; 9 – поддон; 10 – аспирационная камера; 11 – верхний ярус; 13 – ситовой корпус; 14 – нижний ярус; 15 – корпус-сборник.

Рисунок 3.3 - Схема ситовеочной машины ЗМС-2-4

Внутренние продольные стенки делят ситовой корпус на четыре одинаковых отсека. В каждом отсеке приемной части ситового корпуса установлен поплавковый питатель 4, выполненный в виде П-образной пластинчатой скобы, торцевая плата которой наклонена под углом 40...45°. На боковых стенках питателя закреплены два стальных пальца, с помощью которых он подвешивается к двум кронштейнам, которые крепятся болтами к задней стенке приемной камеры 3. Под давлением поступающего на приемный скат продукта питатель «всплывает», выравнивая слой продукта, поступающий на сито.

Ситовой корпус подвешен к станине на четырех подвесках, позволяющих

регулировать продольный наклон корпуса до 3°. Наклон подвесок относительно вертикали можно изменить в пределах 3...10°. В каждом отсеке ситового корпуса в направляющих пазах установлено два яруса ситовых рам: в верхнем ярусе 11 – шесть ситовых рам, а в нижнем 14 – пять. К нижней части ситовой рамы крепится поддоном 9 из штампованного сита, который служит опорой для инерционных щеток и одновременно выравнивает воздушный поток.

Под первой и второй ситовыми рамами верхнего яруса установлены три поперечные трубы 6 для дополнительного подвода воздуха. Над трубами под верхним рядом сит в направляющие вставлена рама 5 со штампованным ситом для выравнивания потока воздуха по площади сита.

Проход последних четырех ситовых рам верхнего яруса поступает на желобковые рамы 8,12.

Из желобковых рам продукт с каждой четверти машины поступает в поперечные лотки 7 и через патрубки, укрепленные на наружных сторонах боковых стенок корпуса, выводятся из машины. Внутри патрубков для уменьшения подсоса воздуха установлены лепестковые клапаны.

Для сбора и вывода проходов ситовых рам установлен корпус-сборник 15, представляющий собой жесткую металлическую конструкцию, состоящую из двух отдельных корпусов и каркасной рамы. Корпус-сборник опирается на деревянные вертикальные стойки 18, прикрепленные к нижним швеллерам станины. В каждом отсеке сборника имеется по шесть открытых патрубков и одному закрытому, отверстия которого прорезается по мере надобности.

Эксцентриковый колебатель 2 двумя большими кронштейнами крепится к передней плите корпуса-сборника, а двумя малыми кронштейнами к ситовому корпусу. Колебатель приводится в движение от электродвигателя 1 через клиноременную передачу.

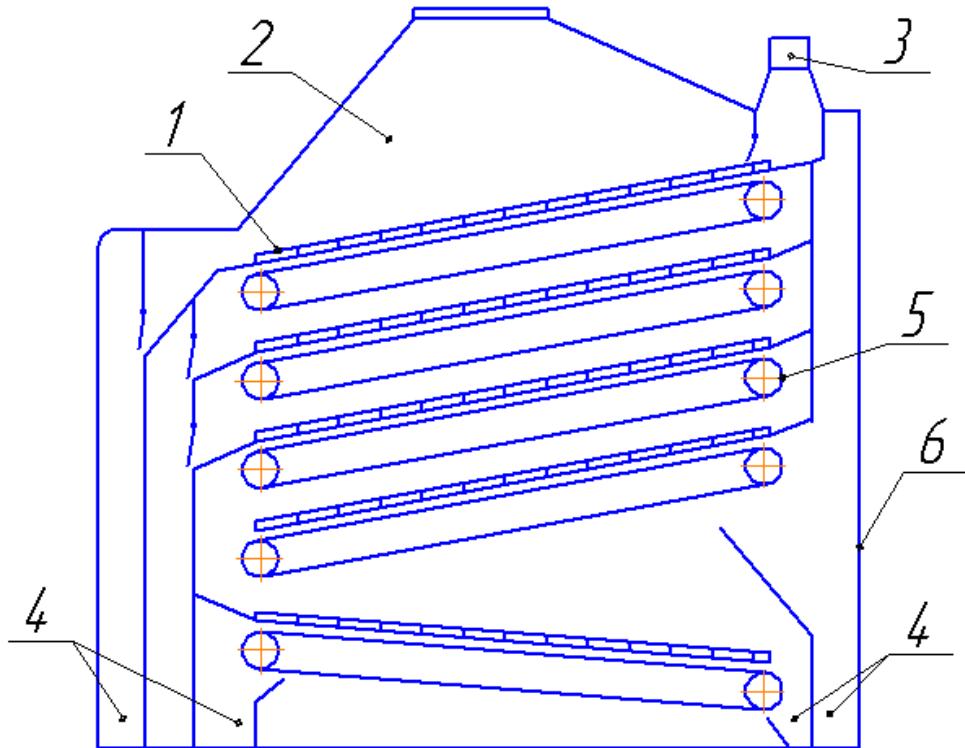
Аспирационная камера 10 состоит из приемной части и двух параллельной части и двух параллельных секций, разделенных поперечными перегородками на

шесть отсеков. Пять отсеков (по числу ситовых рам) разделены по длине подвижной стенкой из органического стекла, а шестой отсек предназначен для аспираций сходов. Регулирование воздушного режима в каждом отсеке ведется ручками, установленными на стенках камеры, верхними клапанами внутреннего ряд сит, нижними – наружного ряда сит [7]

Преимуществом этих машин является их четырехприемность, большая производительность.

Недостатки: сложность конструкции.

- устройство для разделения сыпучих смесей на фракции представлено на рис. 3.4. Оно содержит комплект неподвижных сит 1, расположенных один над другим, воздуходувку с аспирационной камерой 2, загрузочное приспособление 3, выгрузочное приспособление, выполненное в виде каналов 4, расположенных под каждым ситом, бесконечные желобковые ленты 5, играющие роль рассекателей потока воздуха, и привод для желобковых лент. Желобковые ленты снабжены щетками. Все вышеуказанные узлы смонтированы на станине 6, выполненной таким образом, что воздух подается под самое нижнее сито. Станица снабжена задвижкой 7, через которые может поддаваться воздух под ближайшие сита.



1 – неподвижные сита; 2 – аспирационная камера; 3 – загрузочное приспособление; 4 – выгрузочное приспособление; 5 – желобковые ленты; 6 – станина; 7 – задвижки.

Рисунок 3.4 - Схема устройства для разделения сыпучих смесей на фракции

Работает устройство следующим образом.

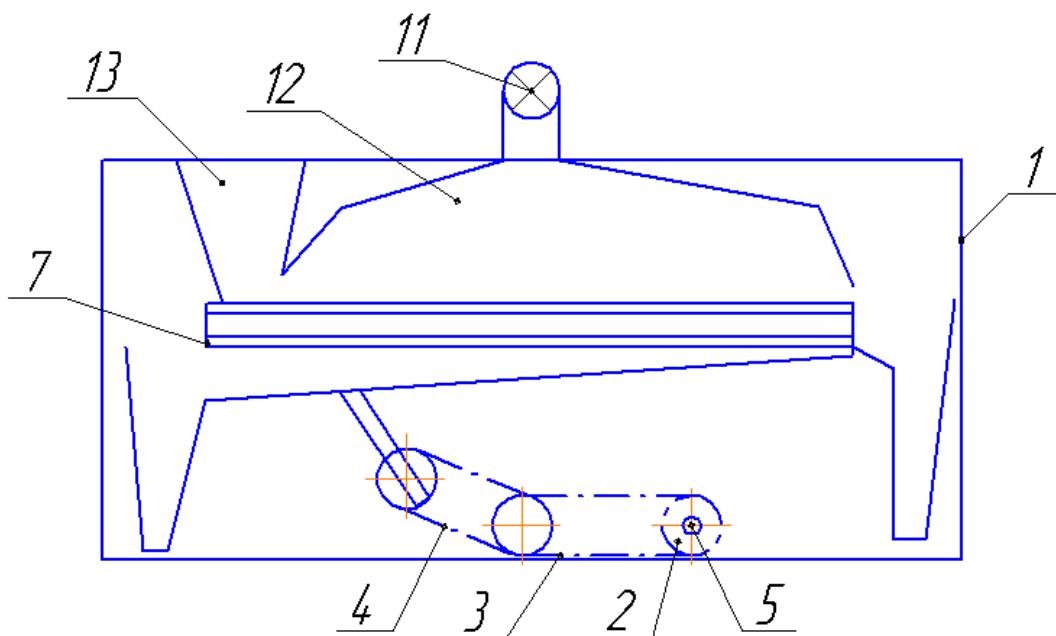
Исходная смесь через загрузочное приспособление 3 подается на верхнее сите. В результате действия воздушной струи, идущей снизу, и наклона смесь движется, вибрируя и просеиваясь.

Проходовая фракция попадает в желобки лент 5 и подается на следующие сите или выводится из устройства.

Режим просеивания регулируется подачей воздуха под сите и скоростью движения желобковых лент, т.е. частотой вибрации смеси на сите.

Преимуществом этой машины является простота конструкций. Наличие рассекателей воздушного потока.

- устройство для очистки зерна представлено на рисунке 3.5



1 – опорная рама; 2 – электродвигатель; 3, 4 – цепные передачи; 5 – вал; 6 – груз; 7 – ситовой корпус; 8 – кожух; 9 – гибкая связь; 11 – вентилятор; 12 – трубопровод; 13 – загрузочное устройство.

Рисунок 3.5 - Схема устройства очистки зерна

Оно содержит опорную раму 1, на которой смонтирован вибропровод, состоящий из электродвигателя 2, цепных передач 3 и 4 и эксцентрично расположенного на валу 5 груза 6. Ситовой корпус 7 соединен с верхней частью кожуха 8 гибкой связью 9, например, резиной, а с рамой 1 гибкими подвесками 10. Аспирационная система состоит из вентилятора 11 и трубопровода 12. Кроме того, в устройстве имеется загрузочный бункер 13.

В корпусе 7 размещено сменное сито 14, фиксация которого в корпусе осуществляется плунжерами 15, размещенными в корпусах 16, которые крепятся к нижней плоскости ситового корпуса. Для обеспечения герметичности ситового корпуса с ее внутренней стороны крепления эластичная прокладка 17.

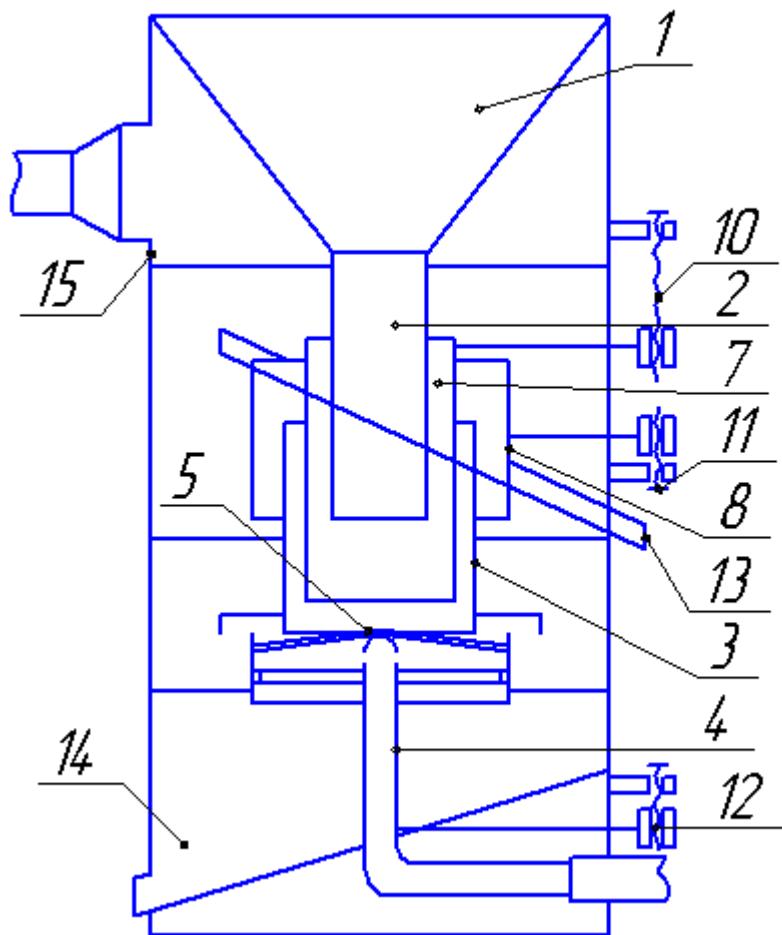
Сито 14 состоит из двух перфорированных листов, соединенных ребрами,

образующими для каждого отверстия нижнего листа сотовую ячейку, причем верхний лист имеет перфорацию более мелкую и более четкую, чем нижний лист. Связь соединяется с ситовым корпусом и кожухом с помощью скоб.

Участки выгрузки осей может изменить свое положение (угол наклона) относительно сита 14. Изменение угла наклона производится механизмом, который выполнен в виде влитого домкрата, закрепленного на верхней части кожуха 8, чайка которого через блок тросом соединена с участком выгрузки.

Преимущества этого устройства состоит в удобном регулировании угла наклона сит за счет влитого механизма.

- воздушный сепаратор для разделения продуктов переработки зерна представлен на рис. 3.6. Он состоит из вертикально установленного загрузочного бункера 1 с выходной питающей трубой 2, соосно установленного под ней рабочего цилиндра 3, окружающего трубу.



1 – загрузочный бункер; 2 – питающая труба; 3 – рабочий цилиндр; 4 – воздухопроводящий трубопровод; 5 – перегородка; 6 – кольцевой выступ; 7, 8, 9 – телескопические патрубки, 10, 11, 12 – винтовое устройство; 14 – бункер, 13 – лоток; 15 – патрубок.

Рисунок 3.6 - Схема воздушного сепаратора для разделения продуктов переработки зерна

В нижней части рабочего цилиндра расположен воздухопроводящий трубопровод 4, а между цилиндром и трубой установлена перегородка 5, выполненная в виде полого конуса с пористой стенкой. Выходной конец трубопровода входит в полость перегородки со стороны основания, а последнее

имеет кольцевой канал 6, образующий с наружной стенкой кольцевой канал. Стенки питающей трубы и

рабочего цилиндра, а также конусообразные перегородки снабжены для регулирования режима работы телескопическими патрубками 7, 8, 9, а конусообразная перегородка установлена с возможностью перемещения в вертикальной плоскости. Для перемещения телескопических патрубков и конусообразной перегородки сепаратор снабжен винтовыми устройствами 10, 11, 12. Для вывода легкой и тяжелой фракции разделяемой смеси сепаратор оборудован лотком 13 и бункером 14. В верхней части сепаратора имеется патрубок 15 для присоединения сепаратора к аспирационной сети.

Устройство работает следующим образом:

Смесь подается в загрузочный бункер 1 и по питающей трубе 2 поступает на перегородку 5, где пронизывается воздухом, подаваемым по трубопроводу 4. Легкая фракция переливается через верхний край патрубка 8 и по лотку 13 выводится из сепаратора. Тяжелая фракция через кольцевой канал между рабочим цилиндром 3 и кольцевым выступом 6 поступает в бункер 14.

Преимуществом этого сепаратора является:

- а) наличие телескопических патрубков;
- б) малый расход воздуха;
- в) простота конструкции.

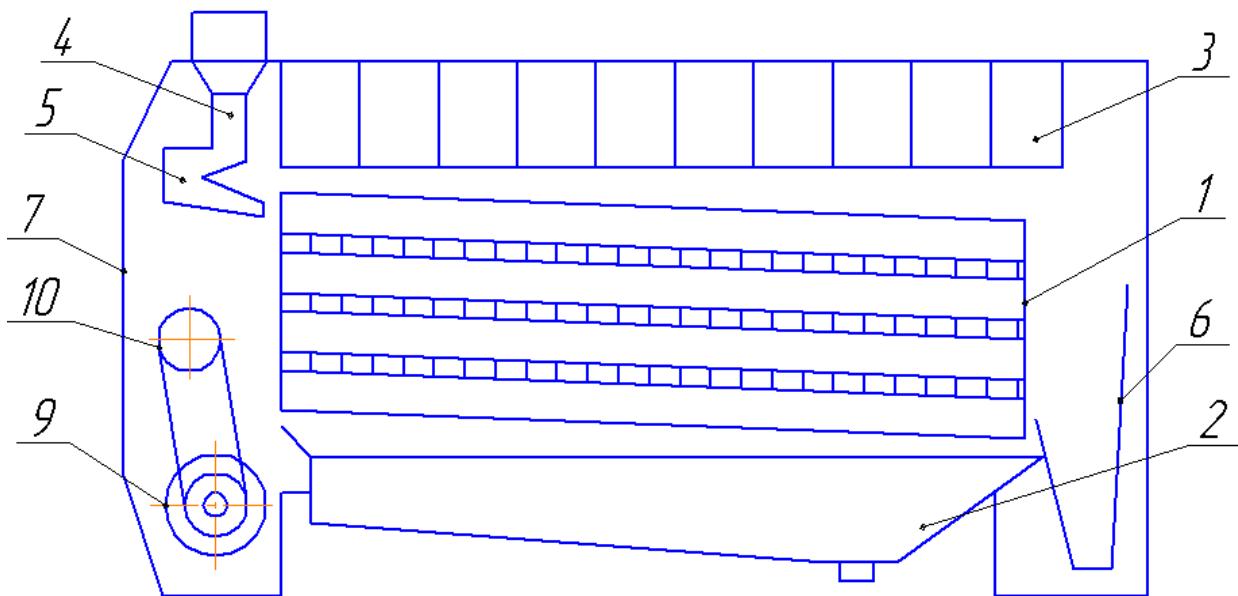
Недостатки:

- а) сортирование только на две фракции;
- б) для работы необходим сжатый воздух.

3.2 Обоснование схемы новой конструкции

Анализ существующих ситовеечных машин показывает, слабым местом машин является приводной вал колебателя. Поэтому модернизуется привод ситового корпуса.

Модернизированная ситовеочная машина А1-БСО представлена на рис. 3.7.



1 – ситовой корпус; 2 – сборник; 3 – аспирационная камера; 4 – приемная коробка; 5 – распределительная коробка; 6 – камера сходов; 7 – станина; 8 – светильник; 9 – электропривод; 10 колебатель.

Рисунок 3.7 - Схема модернизированной ситовеочной машины А1-БСО

Она состоит из следующих основных узлов: сдвоенного ситового корпуса 1, сдвоенного сборника 2, двух аспирационных камер 3, двух приемных коробок 4, двух распределительных коробок, двух камер сходов 6, станины 7, светильника 8, электропривода 9 и колебателя 10.

Сдвоенный ситовой корпус состоит из двух самостоятельных корпусов, соединенных между собой кронштейнами и подвешен к станине на трех подвесках: впереди на двух подвесках, сзади на одной, расположенной посередине ситового корпуса.

Угол наклона подвесок корпуса к вертикальной плоскости регулируется путем ослабления гаек и перемещения осей в пазах кронштейнов в пределах 5-15°.

В корпусе размещены один над другим три яруса ситовых рамок, в каждом ярусе по четыре ситовые рамы.

Все три яруса рамок имеют различные углы наклона к горизонтальной плоскости.

Ситовые рамки сварной конструкции изготовлены из специального алюминиевого профиля.

Очистка сит осуществляется инерционными щетками.

Для каждого яруса ситовых рамок, посаженных на салазки, имеется стопор, для их фиксации. Поворотом подпружиненной ручки стопора на 90° в ту или иную сторону ситовые рамки освобождаются от фиксаций и их можно вынимать из корпуса.

Внизу каждой половине ситового корпуса закреплена распределительная коробка 5, служащая для вывода сходовых фракций всех ярусов сит, направляемых затем в камеру сходов.

Сборник 2 предназначен для сбора и выхода из машины проходовых фракций продукта нижних ярусов сит, который устанавливается стальными салазками на кронштейны, закрепленные к станине. Сборник состоит из корпуса, выполненного из листового алюминия, разделенного на два лотка.

Аспирационная камера установлена над каждой половиной ситового корпуса. Для наблюдения за процессом сортирования и обогащения продукта, происходящем на верхнем ярусе сит, стенки и форточки изготовлены из органического стекла. Камеры ситовечной машины подсоединяются к аспирационной сети предприятия при помощи коллекторов.

Каждая аспирационная камера по длине разделена на 16 отсеков (по четыре над каждой ситовой рамкой).

Для регулирования расхода воздуха в каждом отсеке камеры применяется грубая и тонкая регулировка. Грубая регулировка осуществляется дроссельными клапанами, установленными в воздуховодах аспирационной сети. Тонкая

регулировка производится перемещением шибера, относительно неподвижной решетки путем поворота винтов.

Камера сходов предназначена для вывода сходовых фракций из машины, где при необходимости их можно соединить.

Станина цельнометаллической сварной конструкции, изготовлена из стального гнутого профиля, который обеспечивает достаточную прочность, придает обтекаемую форму машине и целостность конструкции.

Для наладки воздушного режима в машине и удобства ее обслуживания в отсеке между аспирационными камерами установлен светильник 8.

Привод ситового корпуса в поступательно-возвратное движение осуществляется от колебателя, который установлен на переднем кронштейне ситового корпуса и соединен шатуном со сборником. Вращательное движение вала колебателя осуществляется от электродвигателя через плоскоременную передачу. Кинематическая схема показана на рисунке 3.8

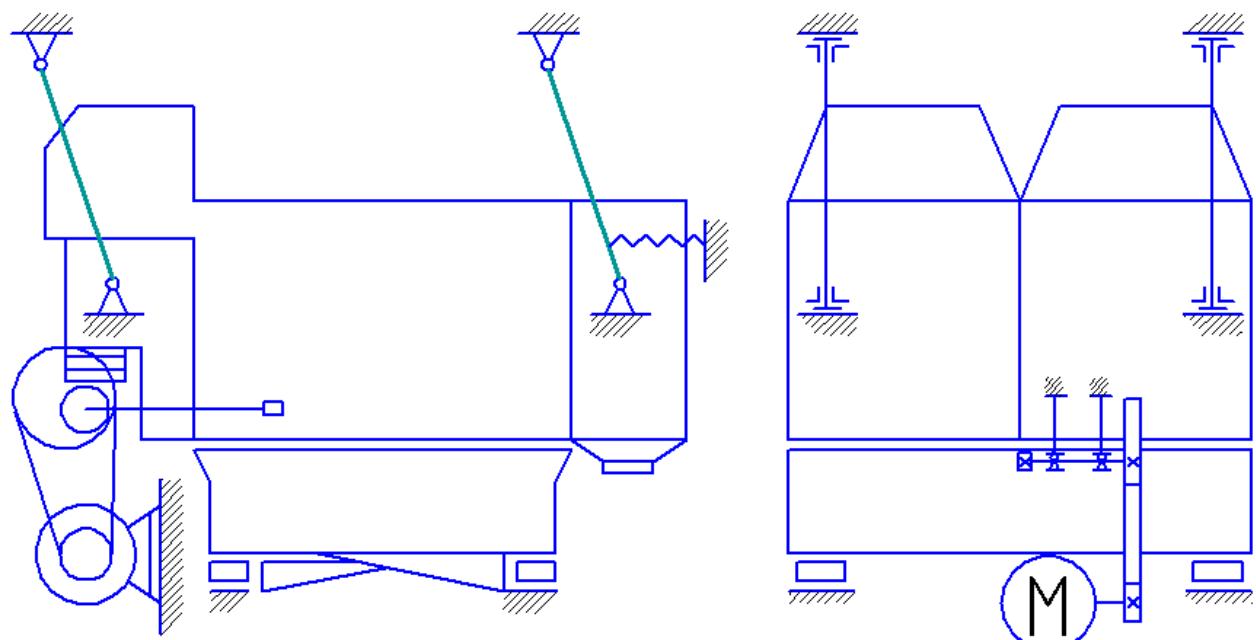


Рисунок 3.8 - Кинематическая схема машины.

Функциональная схема представлена на рисунке 3.9

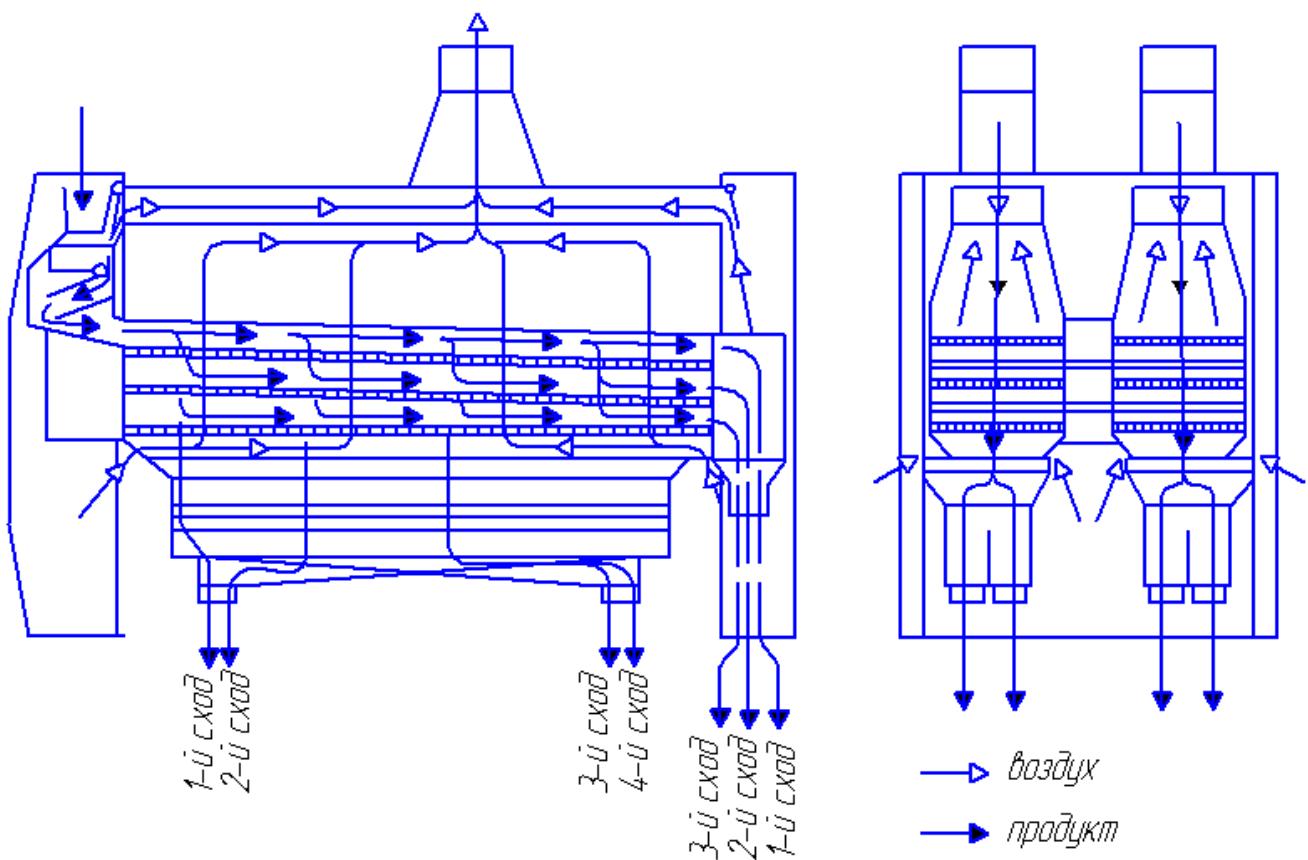


Рисунок 3.9 - Функциональная схема ситовеичної машини

Технологический процесс сортирования и обогащения продукта в машине происходит в результате взаимодействия движения продукта по ситам при поступательно-возвратном движении продукта и ситового корпуса и восходящих потоков воздуха. Воздух засасывается из подситового пространства и восходящим потоком пронизывает все три яруса сит, и поступает через аспирационные камеры в аспирационную сеть. По мере разрыхления слоя продукта воздухом частицы с наибольшей плотностью перемещаются вниз к ситу, а частицы с наименьшей плотностью и наиболее шероховатые перемещаются к верхнему слою продукта. Таким образом, происходит сортирование и обогащение продукта.

В сортировании с ситами частицы с наибольшей плотностью и богатые эндоспермом (с малой зольностью) просеиваются быстрее отрубянистых частиц, имеющих меньшую плотность и большую зольность.

Сита верхних ярусов первых ситовых рамок служат для загрузки двух нижележащих ярусов сит.

Просеявшаяся крупка через сита верхнего яруса поступает на сита среднего яруса. Просеявшаяся крупка через сита нижнего яруса поступают в сборник.

Сходовые фракции крупок со всех трех ярусов сит выводятся из ситового корпуса через распределительную коробку в камеру сходов и выводятся из машины.

В результате сортирования и обогащения продукта на ситовечной машине можно получить шесть сходовых и несколько проходовых фракций, в зависимости от технологической схемы машины.

3.3 Расчет деталей конструкций

3.3.1 Расчет вала

Крутящий момент на валу определяется по формуле [23]:

$$T_{kp}F \times a \quad (3.1)$$

где F – сила, приложенная к валу, Н; a – плечо силы, м.

Сила определяется по формуле [19]:

$$F = a \times m \quad (3.2)$$

где a – ускорение свободного падения, $\text{м}/\text{с}^2$; m – масса ситового корпуса с зерном, кг.

$$a = 9,8 \text{ м}/\text{с}^2; \quad m = 625 \text{ кг.}$$

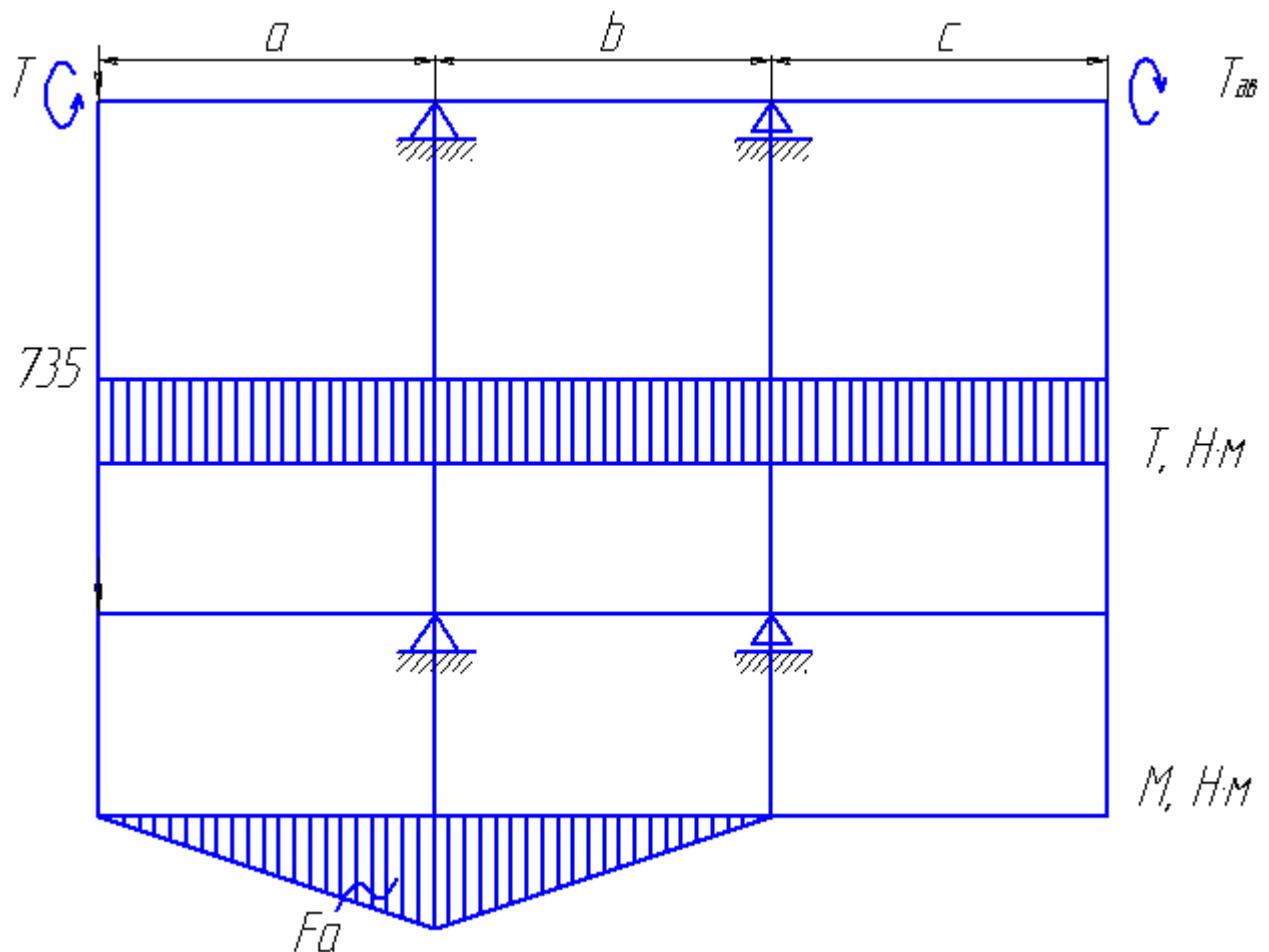


Рисунок 3.10 - Эпюра изгибающих моментов

$$F = 9,8 \times 625 = 6125 \text{ Н}$$

$$a = 120 \text{ мм}$$

$$T_{kp} = 6125 \times 0,125 = 735 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Момент определяется по формуле:

$$M = F \times a \quad (3.3)$$

$$M = 6125 \times 0,12 = 735 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Опасным сечением будет то сечение, в котором будет максимальный изгибающий момент и имеет место T_{kp} в этом же сечении. По опасному сечению производится проверка прочности. Применяется третья теория прочности – теория наибольших касательных напряжений.

Расчетный момент определяется по формуле [23]:

$$Mr_3 = \sqrt{(Fa)^2 + T^2}; \quad (3.4)$$

$$Mr_3 = \sqrt{735^2 + 735^2} = 1039,44 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Касательное напряжение определяется по формуле [1]:

$$\delta = \frac{M_e}{W} \leq \delta_{adm} \quad (3.5)$$

где W – момент сопротивления кручения, Н·м; δ_{adm} – допустимое касательное напряжение, МПа.

$$\delta_{adm} = 70 \text{ МПа} [20]$$

Момент сопротивления кручению определяется по формуле [2]:

$$W = \frac{\pi d^3}{4}; \quad (3.6)$$

где d – диаметр шкива, м.

$$W = \frac{3,14 \times 0,075^3}{4} = 3,3 \times 10^{-4} \text{ Нм.}$$

$$\delta = \frac{1039,44}{3,3 \times 10^{-4}} = 31,49 \text{ МПа}$$

$$\delta \leq \delta_{adm}.$$

Условия прочности выполняются.

3.3 Расчёт заземления ситовеичнои машины

Сопротивление растекания тока одиночного стержневого заземлителя определяется по формуле [23]:

$$R_c = 0,366 \frac{\rho}{l} \lg \frac{4l}{d} \quad (3.7)$$

где R_c – сопротивление растекания тока, Ом; ρ - удельное сопротивление грунта, Ом×м; l – длина стержня, м; d – диаметр стержня, м.

Принимая во внимание, что для суглинистых почв $\rho = 80$ Ом×м [19], $l = 2$ м и $d = 0,5$ м сопротивление растекания тока будет:

$$R_c = 0,366 \frac{80}{2} \lg \frac{4 \times 2}{0,05} = 26 \text{ Ом}$$

Необходимое число заземлителей определяется по формуле [19]:

$$n = \frac{R_c \times K_c}{R_H \times \eta_t}, \quad (3.8)$$

Где K_c – коэффициент сезонности; R_H – нормативное сопротивление заземления, Ом; η_t – коэффициент экранирования заземлителей.

Принимая во внимание, что $K_c = 1,6$ [19]; $R_H = 7,5$ Ом; $\eta_t = 0,9$ [19] число заземлителей будет равным:

$$n = \frac{26 \times 1,6}{7,5 \times 0,9} = 6$$

Таким образом для заземления одной ситовеечной машины необходимо 6 стержневых заземлителей установить контуром.

3.4 Разработка инструкции для оператора ситовеечной машины.

Для безопасной эксплуатации ситовеечной машины согласно ГОСТ 12.0.004-90 разработана инструкция для оператора:

СОГЛАСОВАНО
Председатель профкома

УТВЕРЖДАЮ
Директор предприятия

«___» 2018г.

ИНСТРУКЦИЯ
по безопасности труда оператора ситовеичнои машины.

1. Общие требования

1.1 К работе на ситовеичнои машине допускаются лица, не моложе 18 лет, прошедшие медицинский осмотр и годные по состоянию здоровья, прошедшие инструктаж по технике безопасности и противопожарной безопасности на рабочем месте и имеющие 1-ую электроквалификационную группу безопасности.

2. Перед началом работ:

2.1 Привести в порядок спецодежду, застегнуть все пуговицы.

2.2. Получить задание от начальника смены.

2.3. Необходимо:

- произвести внешний осмотр машины;
- проверить заземление, зануление оборудования;
- убедиться в отсутствии посторонних предметов в загрузочной горловине и распределителя.

3. Во время работы:

3.1 Необходимо:

- работать в спецодежде;
- применять СИЗ;
- строго выполнять санитарно-гигиенические нормы, требования технологий;

3.2 Запрещается:

- курить;

- присутствие посторонних лиц;
- обслуживать машину в состоянии алкогольного или наркотического опьянения;
- отходить от рабочего места;
- оставлять на оборудований ключи, инструмент;
- съем кожухов.

4. При аварийных ситуациях:

4.1 При появлении нехарактерных для нормальной работы стуков и шумов немедленно выключить машину.

4.2 Принять меры противопожарной, взрывоопасной безопасности.

4.3 При несчастном случае оказать первую медицинскую помощь пострадавшему, сообщить начальнику смены, медицинскому работнику.

4.4 При возникновении пожара немедленно приступить к его тушению.

4.5 Сохранить обстановку, которая была до аварии.

5. По окончанию работ:

5.1 Выключить машину;

5.2 Очистить машину;

5.3 Произвести внутренний и внешний осмотр;

5.4 Привести рабочее место в порядок, убрать инструмент в ящик;

5.5 Очистить спецодежду;

5.6 Доложить начальнику смены.

6. Ответственность.

Нарушение ТБ и ОТ рассматривается как нарушение трудовой дисциплины.

Нарушители несут ответственность в административном, материальном или уголовном порядке в зависимости от тяжести нарушения.

Разработал: _____

3.5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.5.1 Технико-экономические показатели конструкции

В качестве базы для сравнения технико-экономических показателей выбирается существующая ситовеочная машина А1-БСО.

Масса конструкции определяется по формуле:

$$G = (G_k + G_r) \cdot K, \quad (3.9)$$

где G_k - масса сконструированных деталей, кг;

G_r - масса готовых деталей, узлов, кг;

K - коэффициент, учитывающий массу расходуемых на изготовление конструкции монтажных материалов (для расчетов принимается $K=1,05...1,15$)

Масса G_k - сконструированных деталей, узлов и агрегатов определена в таблице 3.1

Таблица 3.1 Масса деталей и основных узлов проектируемой машины

№ п/п	Наименование детали и материала	Объем, cm^3	Удельный вес, kg/cm^3	Масса детали, кг
1	2	3	4	5
1.	Камера аспирационная	3818,46	$7,8 \cdot 10^{-3}$	290,82
2.	Корпус ситовый	125,64	$7,8 \cdot 10^{-3}$	9,82
3.	Распределитель	60,64	$7,8 \cdot 10^{-3}$	47,3
4.	Сборник	57,3	$7,8 \cdot 10^{-3}$	44,7
5.	Станица	509,87	$7,8 \cdot 10^{-3}$	97,7
6.	Перегородка сетчатая	105,38	$7,8 \cdot 10^{-3}$	82,2
7.	Пластина	153,33	$7,8 \cdot 10^{-3}$	19,6
8.	Стенка боковая	2732,82	$7,8 \cdot 10^{-3}$	21,32
9.	Стенка задняя	4130,26	$7,8 \cdot 10^{-3}$	32,22
10.	Стенка нижняя	4502,05	$7,8 \cdot 10^{-3}$	35,12
	Итого:			600,3

$$G = (600,3 + 419,7) \cdot 1,05 = 1020 \text{ кг}$$

3.5.1.1 Расчет балансовой стоимости новой конструкции

Балансовая стоимость новой конструкции определяется по формуле:

$$C_6^1 = C_6^0 \cdot G^1 \cdot \beta / G^0, \quad (3.10)$$

где C_6^1 и C_6^0 – балансовая стоимости новой и базовой конструкции, руб.;

G^1 и G^0 – масса новой и базовой конструкции, кг;

β – коэффициент, учитывающий удешевление или удорожание новой конструкции в зависимости от сложности изготовления ($\beta = 0,95 \dots 1,05$).

$$C_6^1 = 558000 \cdot 1100 \cdot 1,05 / 1020 = 511500 \text{ руб.}$$

3.5.1.2 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение

Часовая производительность машин на стационарных работах периодического действия определяется по формуле:

$$W_u = \frac{60 \cdot q \cdot \gamma \cdot \tau}{T_u}, \quad (3.11)$$

где q – количество продукта, поступающего в машину, т;

γ – коэффициент использования производительности;

τ – коэффициент использования рабочего времени смены ($\tau = 0,60 \dots 0,95$).

$T_{\ddot{o}}$ - время одного рабочего цикла, мин.

$$W_u = 60 \cdot 33 \cdot 0,8 \cdot 0,6 / 420 = 2 \text{ т/ч}$$

Для расчета технико-экономических показателей составляется таблица исходных данных (таблица 3.2).

				Лист ВКР 35.03.06.133.18

Таблица 3.2 - Исходные данные для расчёта технико-экономических показателей

Наименование	Варианты	
	проектируемый	Базовый
1	2	3
Эксплуатационная производительность, т\ч	2,0	1,6
Масса конструкции, кг	1100	1020
Балансовая стоимость, тыс.руб.	558000	511500
Потребляемая мощность, кВт	1,1	1,2
Количество обслуживающего персонала, чел.	3	3
Разряд работы	4	4
Тарифная ставка, руб./чел-ч	255	255
Нормы амортизации, %	10	10
Норма затрат на ремонт и ТО, %	12,5	12,5
Годовая загрузка конструкции, ч	2100	2100

Энергоемкость процесса рассчитывается по формуле []:

$$\mathcal{E}_e = N_e / W_u \quad (3.12)$$

где N_e - потребляемая конструкцией мощность, кВт;

W_u – эксплуатационная производительность конструкции, т/ч.

$$\mathcal{E}_e^0 = 1,2 / 1,6 = 0,75 \text{ кВт}\cdot\text{ч/т};$$

$$\mathcal{E}_e^1 = 1,1 / 2,0 = 0,55 \text{ кВт}\cdot\text{ч/т}.$$

Металлоемкость процесса определяется по формуле:

$$M_e = G / W_u T_{год} T_{сл}, \quad (3.13)$$

где M_e – металлоемкость процесса, кг/т;

				Лист ВКР 35.03.06.133.18

G – масса конструкции, кг;

$T_{год}$ - годовая загрузка машины, ч;

$T_{сл}$ – срок службы машины, лет; $T_{сл}=10$.

$$M_e^0 = 1100 / (1,6 \cdot 2100 \cdot 10) = 0,033 \text{ кг/т}$$

$$M_e^1 = 1020 / (2 \cdot 2100 \cdot 10) = 0,024 \text{ кг/т};$$

Фондоемкость процесса рассчитывается по формуле:

$$F_e = C_b / W_u T_{год} \quad (3.14)$$

где F_e - фондоемкость процесса, руб./т;

C_b - балансовая стоимость машины, руб.;

$$F_e^0 = 558000 / (1,6 \cdot 2100) = 166,07 \text{ руб/т}$$

$$F_e^1 = 511500 / (2 \cdot 2100) = 121,79 \text{ руб/т}$$

Трудоемкость процесса определяется по формуле:

$$T_e = n_{обсл} / W_u \quad (3.15)$$

где T_e - трудоемкость процесса, чел-ч/т

$n_{обсл}$ - количество обслуживающего персонала, чел,

$$T_e^0 = 3 / 1,6 = 1,87 \text{ чел-ч/т},$$

$$T_e^1 = 3 / 2 = 1,5 \text{ чел-ч/т}.$$

Себестоимость работы, выполняемый с помощью спроектированной конструкции и в исходном варианте, находят из выражения:

$$S_{экс} = C_{зп} + C_9 + C_{рто} + A, \quad (3.16)$$

где $S_{экс}$ - себестоимость работы, руб/т

$C_{зп}$ - затраты на оплату труда, руб/т

$C_{рто}$ - затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб/т

A - затраты на амортизацию, руб/т.

Затраты на оплату труда определяют по формуле

$$C_{зп} = Z_q \cdot T_e \cdot K_{cc} \cdot K_{ot} \cdot K_{ct} \cdot K_{u}, \quad (3.17)$$

где $C_{зп}$ - затраты на оплату труда, руб./т,

Z_q - часовая тарифная ставка, руб./чел.-ч,

T_e - трудоемкость процесса, чел.-ч/т.

K_{cc} , K_{ot} , K_{ct} , K_u – коэффициенты соц. страховки, отпускные, сверхурочные, и тд.

$$C_{зп}^0 = 255 \cdot 1,87 \cdot 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,1 \cdot 1,1 = 1038,3 \text{ руб./т};$$

$$C_{зп}^1 = 255 \cdot 1,5 \cdot 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,1 \cdot 1,1 = 833,01 \text{ руб./т}.$$

Затраты на электроэнергию находят по выражению:

$$C_e = I_e \mathcal{E}_e, \quad (3.18)$$

где I_e – отпускная цена электроэнергии, руб./кВт·ч;

$$C_e^0 = 2,43 \cdot 0,75 = 1,82 \text{ руб/т.}$$

$$C_e^1 = 2,43 \cdot 0,55 = 1,34 \text{ руб/т.}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяются по формуле:

$$C_{pto} = C_6 H_{pto} / 100 W_q T_{год}, \quad (3.19)$$

где C_{pto} - затраты на РТО, руб/т;

H_{pto} - норма затрат на РТО, %;

$$C_{pto}^0 = 558000 \cdot 12,5 / 100 \cdot 1,6 \cdot 2100 = 20,76 \text{ руб./т}$$

$$C_{pto}^1 = 511500 \cdot 12,5 / 100 \cdot 2 \cdot 2100 = 15,22 \text{ руб./т.}$$

Затраты на амортизацию рассчитываются по формуле:

$$A = C_6 a / (100 W_q T_{год}), \quad (3.20)$$

где A – затраты на амортизацию, руб/т;

a – норма амортизации, %;

$$A^0 = 558000 \cdot 10 / 100 \cdot 1,6 \cdot 2100 = 16,61 \text{ руб/т},$$

$$A^1 = 511500 \cdot 10 / 100 \cdot 2 \cdot 2100 = 12,19 \text{ руб./т.}$$

$$S_{\text{экс}}^0 = 1038,3 + 1,82 + 20,76 + 16,61 = 1077,2 \text{ руб./т}$$

$$S_{\text{экс}}^1 = 833,01 + 1,34 + 15,22 + 12,19 = 860,25 \text{ руб./т}$$

Уровень приведенных затрат на работу конструкции определяется по формуле:

$$C_{\text{пр}} = S_{\text{экс}} + E_h K_{\text{уд}}, \quad (3.21)$$

где $C_{\text{пр}}$ - уровень приведенных затрат, руб/т;

E_h - нормативный коэффициент эффективности кап. вложений- 0,15;

$K_{\text{уд}}$ - удельные капитальные вложения или фондоемкость процесса, руб/т.

$$C_{\text{пр}}^0 = 1077,2 + 0,15 \cdot 166,07 = 1102,11 \text{ руб./т};$$

$$C_{\text{пр}}^1 = 860,25 + 0,15 \cdot 121,79 = 878,26 \text{ руб./т.}$$

Годовая экономия определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_{\text{экс}}^0 - S_{\text{экс}}^1) W_q T_{\text{год}} \quad (3.22)$$

где $\mathcal{E}_{\text{год}}$ - годовая экономия, руб;

$S_{\text{экс}}^0$ - уровень эксплуатационных затрат базовой машины, руб/т;

$S_{\text{экс}}^1$ - уровень экспл. затрат спроектированной машины, руб/т;

$T_{\text{год}}^1$ – годовая загрузка спроектированной конструкции, ч.

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (1077,2 - 860,25) \cdot 2 \cdot 2100 = 910140 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле:

$$E_{\text{год}} = \mathcal{E}_{\text{год}} - E_h \Delta K \quad (3.23)$$

где $E_{\text{год}}$ - годовой экономический эффект, руб;

$\mathcal{E}_{\text{год}}$ - годовая экономия, руб;

$E_{\text{н}}$ - нормативный коэф. эффективности капитальных вложений – 0,15;

ΔK - дополнительные вложения, равные балансовой стоимости конструкции, руб.

$$E_{\text{год}} = 910140 \cdot 0,15 \cdot 511500 = 833415 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений определяется по формуле:

$$T_{\text{ок}} = C_6^1 / \mathcal{E}_{\text{год}}, \quad (3.24)$$

где $T_{\text{ок}}$ - срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, лет;

C_6^1 - балансовая стоимость конструкции, руб.;

$\mathcal{E}_{\text{год}}$ – годовая экономия, руб.

$$T_{\text{ок}} = 511500 / 910140 = 0,5 \text{ года.}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяется по формуле:

$$E_{\text{эф}} = \mathcal{E}_{\text{год}} / C_6^1, \quad (3.25)$$

где $E_{\text{эф}}$ - коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений;

$\mathcal{E}_{\text{год}}$ - годовая экономия, руб;

C_6^1 – балансовая стоимость конструкции, руб.

$$E_{\text{эф}} = 345114 / 511500 = 0,7$$

Результаты расчетов сводятся в таблицу 5.2.

Таблица 3.3 - Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

Наименование показателей	Единица измерения	Варианты		Проектируемый к базовому в %
		базовый	проектируемый	
Часовая производительность	т/ч	1,6	2	125
Фондоемкость процесса	руб/т	166,07	121,79	73
Энергоемкость процесса	кВт ч/т	0,75	0,55	73
Металлоемкость процесса	кг/т	0,033	0,024	73
Трудоемкость процесса	чел ч/т	1,87	1,5	80
Уровень эксплуатационных затрат	руб/т	263,2	208,45	79
Уровень приведенных затрат	руб/т	288,11	205,94	71
Годовая экономия	руб	-	910140	-
Годовой экономический эффект	руб	-	833415	-
Срок окупаемости капитальных вложений	лет	-	0,5	-
Коэффициент эффективности капитальных вложений		-	0,7	-

Сравнивая технико-экономические показатели по таблице 3.3 можно сделать вывод, что проектируемая конструкция является экономически выгодной. Она по многим показателям (фондоемкость, энергоемкость, металлоемкость, уровень эксплуатационных затрат, уровень приведенных затрат) опережает базовую. Срок окупаемости ее полтора года и коэффициент эффективности капитальных вложений около единицы. Из всего следует, что проектируемая конструкция является экономически эффективной.

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

В выпускной квалификационной работе спроектирована технология производства муки с совершенствованием конструкции ситовеичнои машины.

Спроектированная технологическая линия производства муки позволит осуществить более качественную переработку зерна на муку, со значительным снижение энергозатрат.

Предложенная конструкция модернизированной ситовеичнои машины снизит вибрационное воздействие на основание, уменьшит динамические нагрузки на механизм подвески машины, что приведет к увеличению межремонтного срока, увеличит производительность труда, а так же может принести ощутимый экономический эффект, что в свою очередь позволяет ощутимо сократить производственные расходы при эксплуатации машины.

Проектируемые мероприятия позволяют собственными силами справиться с годовой потребностью муки, более полно обеспечить занятостью специалистов предприятия, а также позволит интенсивнее использовать производственные площади, уменьшить фондоемкость процесса, поднять производительность труда, снизить себестоимость ремонтов, а также уменьшить приведенные затраты на один ремонт.

Экономическая эффективность проекта подтверждена экономическими расчетами годовой экономический эффект от проектируемых мероприятий составит 833415 рублей, срок окупаемости 0,5 года.