

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

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Т е м а: СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА
С РАЗРАБОТКОЙ КОНСТРУКЦИИ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОГО
СЕПАРАТОРА.

ВКР. 35.03.06.191.20

Студент _____  Юнусов А.Р.

Руководитель, профессор _____  Нуруллин Э. Г.

Обсуждена на заседании кафедры и допущена к защите
(протокол № 12 от 17 июня 2020 г.)

Зав. кафедрой, профессор _____  Халиуллин Д.Т.

Казань 2020 г.

ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»
Институт механизации и технического сервиса
Кафедра «Машины и оборудование в агробизнесе»
Направление 35.03.06 «Агроинженерия»
Профиль «Технические системы в агробизнесе»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

 Халиуллин Д.Т.

~~11~~ мая 2020 г.

22.05

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Юнусову А.Р.

1. Тема: «Совершенствование послеуборочной обработки зерна с разработкой конструкции пневмомеханического сепаратора».

утверждена приказом по вузу от 22 мая 2020 г. № 178

2. Срок сдачи студентом законченного проекта 9 июня 2020 г.

3. Исходные данные к проекту: материалы учебной, научной, специальной литературы, практик, результаты патентного поиска.

4. Перечень подлежащих разработке вопросов:

1) Выполнить обзор по теме выпускной квалификационной работы.

2) Рассмотреть способы и агротехнические требования к послеуборочной обработке зерна, разработать технологию послеуборочной обработки зерна, разработать операционно-технологическую карту на первичную очистку зерна яровой пшеницы с пневмомеханическим сепаратором, Выполнить необходимые технологические расчеты.

3) Разработать конструкцию пневмомеханического сепаратора, выполнить необходимые конструкторские расчеты, разработать мероприятия по безопасности жизнедеятельности при эксплуатации конструкции, дать технико-экономическую оценку пневмомеханического сепаратора.

АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе Юнусова А.Р. на тему:
«Совершенствование послеуборочной обработки зерна с разработкой
конструкции пневмомеханического сепаратора».

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 83 страницах печатного текста и графической части на 5 листах формата А1.

Пояснительная записка состоит из введения, трех разделов, заключения и включает 16 рисунков, 3 таблиц. Список использованной литературы содержит 19 наименований.

В первом разделе выполнены анализ существующих технологий и машин для послеуборочной обработки зерна. Приводится обоснование темы выпускной квалификационной работы.

Во втором разделе приведены агротехнические требования к послеуборочной обработке зерна и ее способы, усовершенствована технология послеуборочной обработки зерна, разработана операционно-технологическая карта на первичную очистку зерна яровой пшеницы, выполнены необходимые технологические расчеты.

В третьем разделе выполнено обоснование конструкции пневмомеханического сепаратора, произведены необходимые конструктивные и прочностные расчеты, разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности при эксплуатации конструкции. Выполнена технико-экономическая оценка пневмомеханического сепаратора.

Пояснительная записка завершается заключением.

ANNOTATION

to the final qualifying work of A. Yunusov on the topic: "Improving post-harvest grain processing with the development of the design of a pneumomechanical separator".

The final qualification work consists of an explanatory note on 83 pages of printed text and a graphic part on 5 sheets of A1 format.

The explanatory note consists of introduction, three sections, conclusion and includes 16 figures, 3 tables. The list of used literature contains 19 items.

The first section analyzes existing technologies and machines for post-harvest grain processing. The substantiation of the topic of graduation qualification work is given.

The second section describes the agrotechnical requirements for post-harvest grain processing and its methods, the technology of post-harvest grain processing is improved, an operational-technological map for the primary cleaning of spring wheat grain is developed, the necessary technological calculations are performed.

In the third section, the justification of the design of the pneumomechanical separator is carried out, the necessary structural and strength calculations are made, measures are taken for life safety during the operation of the structure. A technical and economic assessment of the pneumomechanical separator is carried out.

The explanatory note concludes with a conclusion.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ И МАШИН ДЛЯ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА.....	7
1.1 Обзор существующих технологий послеуборочной обработки зерна.....	7
1.2 Анализ существующих машин для послеуборочной обработки зерна.....	13
1.3 Обоснование темы выпускной квалификационной работы.....	22
2. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА....	23
2.1 Агротехнические требования к послеуборочной обработке зерна.....	23
2.2 Способы послеуборочной обработки зерна.....	25
2.3 Предлагаемая технология послеуборочной обработки зерна.....	32
2.4 Разработка операционно-технологической карты на первичную очистку зерна яровой пшеницы пневмомеханическим сепаратором в предлагаемой технологии.....	35
2.5 Технологические расчеты.....	38
2.6 Физическая культура на производстве.....	50
3. РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ СЕПАРАТОРА ЗЕРНА ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОГО ТИПА.....	51
3.1 Обоснование конструкции сепаратора.....	51
3.2 Конструкторские расчеты пневмомеханического сепаратора	58
3.3 Безопасность жизнедеятельности при эксплуатации пневмомеханического сепаратора	63
3.4 Технико-экономическая оценка пневмомеханического сепаратора.....	69
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	76
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	78
СПЕЦИФИКАЦИИ.....	80

ВВЕДЕНИЕ

Наиболее полное удовлетворение потребностей в продовольствии и улучшении структуры питания населения за счет продуктов животноводства возможно при производстве необходимого количества зерна.

Одной из главных проблем в производстве зерна по-прежнему остается его своевременная послеуборочная обработка – очистка, сортирование и сушка.

При послеуборочной обработке продовольственное и семенное зерно доводится до требуемых кондиций по чистоте, влажности и ряду других показателей. При этом наукой и практикой установлено, что во многих зонах структуре себестоимости до 40 % приходится на данную технологическую операцию. При послеуборочной обработке зерна важное место принадлежит сушке. Так, в целом по стране сушке подвергается до 50 % собранного зерна. Сушка такого зерна сопряжена со значительными техническими и технологическими трудностями. Перед сушкой обязательно нужно проводить очистку зерна.

Наибольшая производительность труда при послеуборочной обработке зерна достигается на зерноочистительных агрегатах и зерноочистительно-сушильных комплексах, оснащенных зерно- и семяочистительными машинами, сушилками, установками, транспортирующими устройствами, бункерами.

К сожалению, машины и оборудование, а следовательно, и агрегаты, и комплексы послеуборочной обработки зерна за последние десятилетия существенно износились и морально устарели. В то же время строительство новых пунктов обработки зерна практически не производилось. В связи с этим необходимо совершенствовать технические средства послеуборочной обработки зернового материала и семян трав, а также внедрять в производство энергосберегающие технологии.

В данной работе предлагается один из путей совершенствования технологии послеуборочной очистки зерна на основе разработки конструкции зерноочистительной машины пневмомеханического типа.

1 ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ И МАШИН ДЛЯ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА

1.1 Обзор существующих технологий послеуборочной обработки зерна

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 80...98%, а влажность зерна озимых культур может достигать 25...30%, яровых культур – 30...35 %, органических примесей – 40...70 %. Поэтому зерновой ворох 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 5060-86 «Требования к ячменю пивоваренному».

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

При послеуборочной обработке товарного зерна следует руководствоваться требованиями базисных и ограничительных кондиций. Кондиции – показатели качества зерна, предъявляемые стандартом.

Базисные кондиции – нормы качества созревшего здорового зерна и семян, при которых они могут храниться без изменений. По базисным кондициям устанавливаются закупочные цены.

Ограничительные кондиции – нормы пониженного качества зерна, при которых оно может быть принято хлебоприемными предприятиями. Ограничительные кондиции являются предельными, и зерно ниже их требований не подлежит реализации.

Послеуборочная обработка зерна может включать в себя разные виды очистки, сортирования и сушку в зависимости от назначения конечного продукта.

На разных этапах очистки и сортирования от очищаемого зерна по различным физико-механическим и технологическим свойствам (геометрические размеры, удельная плотность, парусность, форма и шероховатость поверхности, электропроводность, цвет) отделяются используемые побочные продукты и неиспользуемые отходы.

Сушка может включаться в технологический процесс на разных этапах в зависимости от влажности и целевого назначения обрабатываемого зерна.

Рассмотрим виды послеуборочной обработки зерна и агротехнические требования к ним.

Предварительная очистка – отделение легких, мелких и крупных примесей с целью облегчения последующих операций. Используется для свежееубранного зерна повышенной влажности (до 35 %). При этом удаляется часть избыточной влаги, увеличивается сыпучесть, повышается устойчивость зерна к самосогреванию при временном хранении в насыпи. При невысокой влажности не сильно засоренного зернового вороха предварительную обработку можно не проводить.

Агротехнические требования к предварительной очистке:

- материал должен разделяться на две фракции: очищенное зерно и отход;
- полнота выделения сорных примесей *не менее 50 %*;
- солоmistых частиц должно быть *не более 0,2%*;
- сорная примесь *не более 8%*;
- потери зерна основной культуры с отходами *не более 0,2%*;
- дробление *не более 0,1%*.

Первичная очистка – отделение легких, мелких, крупных примесей и разделение на основную (продовольственную или семенную) и фуражную фракции. Используется для свежесобранного зерна влажности не более 22 % или предварительно очищенного зерна. Основная фракция может быть использована для получения семян или как товарное (продовольственное) зерно для продажи. При этом продовольственное зерно обязательно должно соответствовать нормам заготовительных (ограничительных или базисных) кондиций. Кондиционное зерно хранится длительно с сохранением качества и может быть реализовано по наиболее выгодным условиям.

Агротехнические требования к первичной очистке:

- полнота выделения сорных примесей *не менее 60 %*;
- дробление *не более 1%*;
- потери полноценного зерна в отходах *не более 0,5 %*.

Вторичная очистка – применяется для обработки зерна семенного назначения, прошедшего первичную очистку. При этом отделяются легкие, мелкие, крупные примеси и близкие по размеру трудноотделимые семена сорняков (овсюг, семена дикой редьки, куколь и др.). Зерно после вторичной очистки по чистоте, содержанию семян других растений и примесей должно соответствовать требованиям стандарта на семена (*ГОСТ Р 52325-2005*). В случае не соответствия требованиям стандарта дополнительно может проводиться *окончательная очистка* для отделения трудноотделимых примесей.

Агротехнические требования к вторичной очистке

- материал должен разделяться не менее, чем на четыре фракции: очищенный семенной материал, продовольственное и фуражное зерно, а также неиспользуемые отходы;
- полнота разделения должна быть *не менее 80 %*;
- потери зерна основной культуры с отходами *не более 3 %*;
- остаток примесей *не более 1 %*;
- дробление семян *не более 0,8 %*.

Сортирование – разделение очищенных семян по физико-механическим свойствам. Например, *калибрование* – сортирование семян на фракции по размерам, для подготовки к высеву сеялками точного высева. Для получения семян с высокой удельной плотностью применяется *пневмосортирование* – сортирование в воздушном потоке.

Сушка – снижение влажности зерна до кондиционной, благодаря чему зерно может длительно храниться. В процессе сушки изменяются биологические и технологические свойства зерна, ускоряется процесс послеуборочного дозревания, улучшаются посевные качества, уничтожаются вредители, болезни и семена некоторых сорняков. Кроме того, сушка облегчает выполнение последующих технологических операций послеуборочной обработки зерна и семян.

Агротехнические требования к сушке зерна

- допускается нагревать семенное зерно *не более 40...45°C*, а продовольственное – *не более 50...60°C*;
- температура теплоносителя для сушки продовольственного зерна в сушилках *100...140°C*, семенного – *65...70°C*;
- отклонение температуры нагрева зерна от предельно допустимого значения *не более + 5°C*;
- снижение влажности зерна за однократный пропуск через сушилку *не должно превышать 3...5 %*;
- неравномерность нагрева в процессе сушки *не более 3...4°C*;
- неравномерность влажности высушенного (при конечной влажности зерна 15 %) зерна *±1 %*;
- при сушке должны быть сохранены все качественные показатели зерна;
- после сушки зерно необходимо охладить до температуры, превышающей температуру атмосферного воздуха *не более чем на 10...15°C*;
- после сушки и охлаждения в зерновой массе не должно быть зерен подгорелых, поджаренных, вздутых или с лопнувшими оболочками;
- дробление зерна при сушке *не более 0,1 %*.

Основные этапы послеуборочной обработки зерна

Основные этапы технологии послеуборочной обработки зерна и семян представлены в виде блочной схемы на рисунке 1.1.

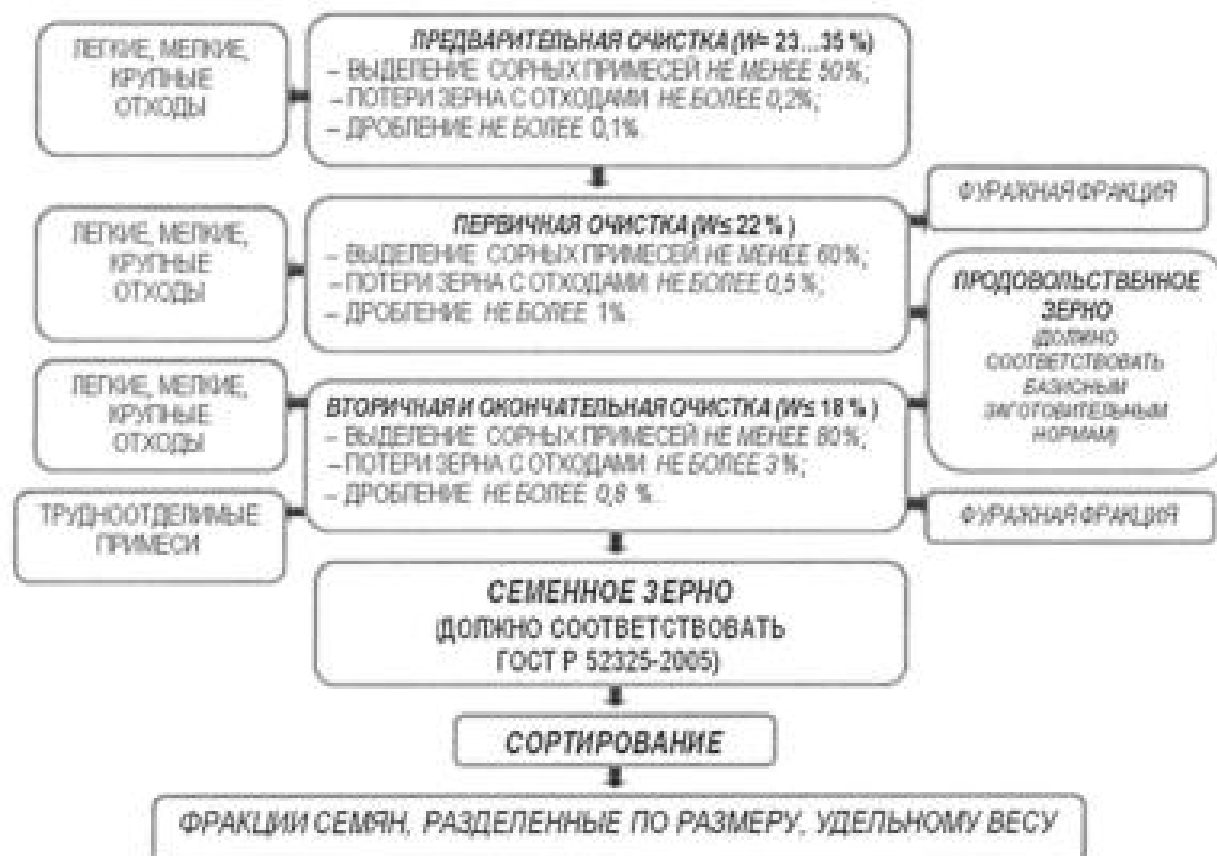


Рисунок 1.1 – Этапы послеуборочной обработки зерна и семян

В этой схеме не показан этап сушки зерна, который включается в технологическую схему на разных этапах в зависимости от состояния технической базы для послеуборочной обработки зерна, количества и состояния (влажность, засоренность), поступающего с полей зернового вороха, погодных условий, экономических факторов и др.

В зависимости от указанных факторов некоторые этапы могут исключаться. Например, если после вторичной очистки семенной материал отвечает требованиям соответствующего стандарта, то окончательную очистку можно не проводить.

В настоящее время существующей поточной линией послеуборочной обработки зерна в хозяйстве является зерноочистительно-сушильный комплекс КЗС-40Ш, который включает зерноочистительный агрегат ЗАВ-40 и зерносушильное отделение.

Агрегат ЗАВ-40 состоит из отделения приема, очистительного отделения. Отделение приема состоит из автомобилеразгрузчика ГУАР-15, приемного бункера, бункера резерва, загрузочной норрии НПЗ-20, комплекта зернопроводов, пульта управления. В очистительное отделение входят: машины очистки, промежуточные норрии, шнековый транспортер, бункера резерва сухого зерна, бункера фуража, бункера чистого зерна, переключателей потока зерна, бункера отходов, триерных блоков ЗАВ-10.90.000А, комплекта зернопроводов.

В сушильное отделение входят сушилка шахтная СЗШ-16, зерновые норрии, топочный блок ТБ-10.

Технологический процесс комплекса основан на принципе поточности обработки зерна. Зерновой ворох из завальной ямы поступает через загрузочную норрию НПЗ-20 на предварительную очистку в машину СЗГ-25. Далее зерно поступает в сушилку, из сушилки – в норрию НПЗ-20 и в машину первичной очистки МЗС-25, затем скребковым транспортером и одним из потоков норрии НПЗ-20 подается в машины вторичной очистки МВО-10, далее по норрии в триерные блоки ЗАВ-10.90.000А и в бункер чистого зерна.

Существующая технология послеуборочной обработки зерна имеет ряд недостатков. Так как хозяйство специализируется на производстве и реализации семян зерновых и зернобобовых культур, то существующая технология очистки зернового материала не обеспечивает отбора полноценных высокопродуктивных семян, также малоэффективна с экономической точки зрения.

Эти проблемы можно избежать путем применения очистительных установок обеспечивающих лучшие качественные и экономические показатели.

Обеспеченность зерно-семяочистительным сушильным оборудованием в определяется по наличию машин. Имеющихся на зернотоку (пример в таблице 1.1).

Таблица 1.1 – Обеспеченность зерно-семяочистительным сушильным оборудованием.

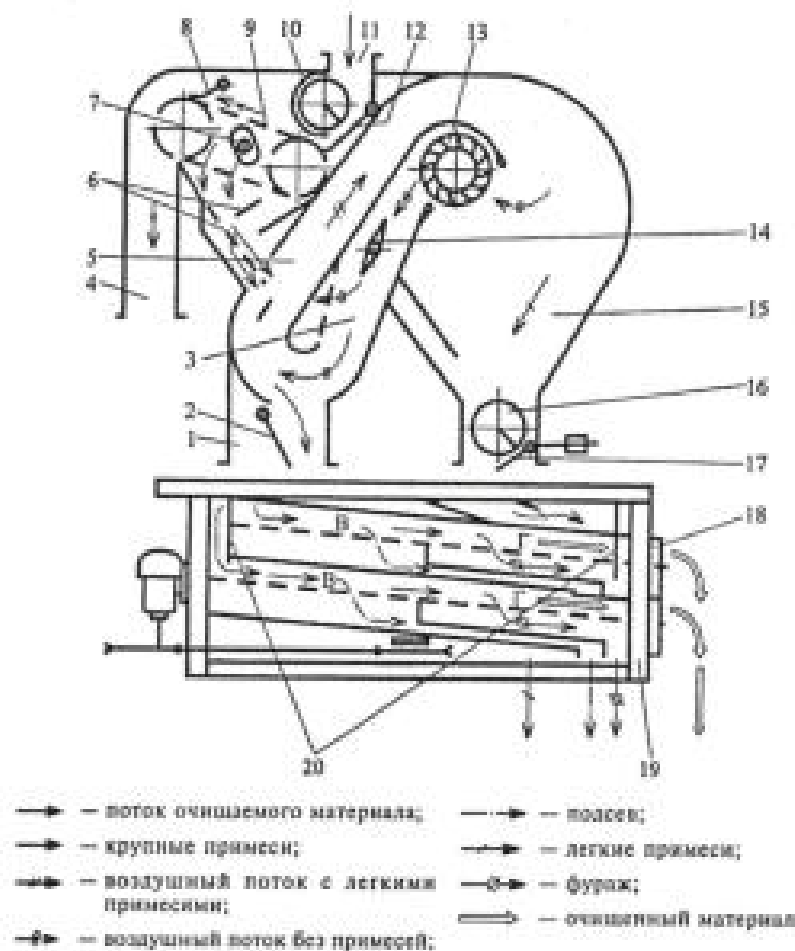
Марка машин	Количество машин и оборудования	Объем работ, т	Суточная производительность	%, обеспеченности	Продолжительность рабочих дней
ПОСТУПЛЕНИЕ ЗЕРНА					
ДОН – 1500Б	8	12950	518		25
ПЕРВИЧНАЯ ОЧИСТКА ЗЕРНА					
ЗАВ – 40	1	10000	400	77,22	25
СУШКА					
СЗШ – 16	1	2500	100	19,31	25
КОМПЛЕКСНАЯ ОЧИСТКА ЗЕРНА					
СЗГ – 25; МЗС – 25 2МВО - 10	1; 1 2	5000	200	38,61	25

Анализируя таблицу 1.1, можно сказать, что обеспеченность зерносушильным оборудованием в данном примере очень низкая, процент обеспеченности очистки зерна составляет лишь 38,61 – 77,22%, сушильного комплекса – 19,31%.

1.2 Анализ существующих конструкций машин для послеуборочной обработки зерна

Для предварительной очистки зерна в агропромышленном комплексе используются различные машины. Рассмотрим несколько из них.

Машина для предварительной очистки МПР-50. В состав МПР-50 (рисунок 1.2) входят машина предварительной очистки МПО-50 и решетная приставка РП-50, которые могут использоваться и по отдельности.



- 1 - патрубок вывода очищенного зерна; 2 - подпружиненный клапан;
 3 - нагнетательный канал; 4 - патрубок вывода крупных примесей;
 5 - пневмосепарирующий канал; 6 - скатные доски;
 7 - подбивальщик; 8 - соломоприжимы; 9 - сетчатый транспортер;
 10 - шнек загрузочный; 11 - загрузочный патрубок; 12 - клапан;
 13 - диаметральный вентилятор; 14 - дроссельная заслонка;
 15 - осадочная камера; 16 - шнек вывода легких примесей;
 17 - клапан с регулируемым грузом; 18 - решетный стан;
 19 - рама приставки; 20 - канатные подвески; В, Г - решета

Рисунок 1.2 – Технологическая схема машины для предварительной очистки МПР-50

Машина предварительной очистки МПО-50 состоит из приемной камеры и воздушно-очистительной части. В приемной камере находятся разравнивающий загрузочный шнек 10, сетчатый транспортер 9 с подбивальщиком 7. Дном приемной камеры является клапан 12, сила прижатия которого регулируется грузами. На ведущем и ведомом валах

сетчатого транспортера установлена бесконечная сетчатая лента. Под транспортером находятся скатные доски 6, разделяющие материал на два потока, над транспортером – соломоприжимы 8.

Замкнутая воздушно-очистительная часть включает в себя всасывающий (пневмосепарирующий) 5 и нагнетательный 3 каналы, осадочную камеру 15 с установленными в ее верхней части диаметральной вентилятором 13, а в нижней – шнеком выгрузки легких примесей 16. Для регулирования скорости воздушного потока служит установленная в нагнетательном канале 3 дроссельная заслонка 14.

При использовании машины в составе агрегата или комплекса воздушная часть подсоединяется к общей аспирационной системе. Для этого нижняя часть подсоединяется к общей аспирационной системе. Для этого нижняя часть перегородки нагнетательного канала выполнена жалюзийной, а на боковой стенке установлен присоединительный патрубок с фланцем. Верхняя часть пневмосепарирующего канала сообщается с осадочной камерой 15, а нижняя – с нагнетательным каналом.

В патрубке 1 вывода очищенного материала установлен подпружиненный клапан 2, препятствующий подсосу воздуха в пневмосистему. Выход из шнека выгрузки легких примесей закрыт служащим для тех же целей клапаном 17 с регулируемой массой груза.

Машина РП-50 предназначена для решетной очистки зернового вороха различных культур от частиц мелких примесей, не выделенных машиной МПО-50.

На раме 19, изготовленной из углового профиля, подвешен с помощью четырех канатных подвесок 20 двухъярусный решетный стан 18. В решетном стане устанавливаются восемь решет и восемь кассет с шариковыми очистителями.

Рабочий процесс машины МПР-50 происходит следующим образом: зерновой ворох через загрузочный патрубок 11 поступает в приемную камеру, равномерно распределяется разравнивающим шнеком 10 по всей

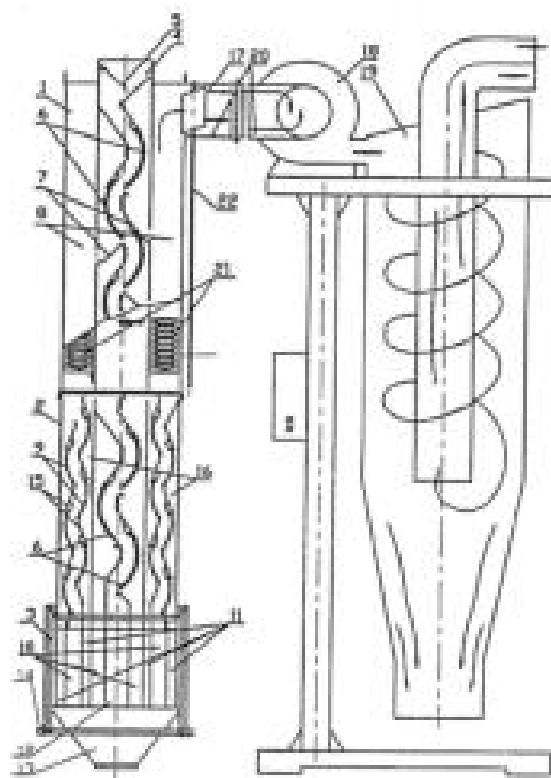
ширине машины и по клапану 12 сходит на сетчатый транспортер 9, верхняя ветвь которого совершает колебательные движения с помощью подбивальщика 7. Крупные примеси прижимаются соломоприжимами 8 к транспортеру, идут сходом и выводятся из машины через патрубок 4. Остальные компоненты зернового вороха проходят через отверстия сетки транспортера и через питающие окна вводятся в наклонный пневмосепарирующий канал 5, где подвергаются воздействию восходящего воздушного потока, создаваемого диаметральной вентилятором 13. Из зерновой смеси выделяются частицы легких примесей, которые выносятся в осадочную камеру, а очищенный воздух поступает в вентилятор и по нагнетательному каналу вновь подается в пневмосепарирующий канал. Очищенное зерно через выход 1, закрытый подпружиненным клапаном, поступает на решетный стан машины РП-50. Верхний и нижний ярусы решетного стана работают параллельно и имеют одинаковое устройство. На решетках В отделяются мелкие примеси, а на решетках Г – фуражное зерно. Чистое зерно идет сходом с решет Г. Каждая фракция поступает в свой приемник.

Преимуществом данной машины является то, что она компактная и это дает ей возможность легко встраиваться в технологическую линию.

Недостаток этой машины в том, что она плохо отделяет мелкие примеси и имеет довольно высокое энергопотребление.

Сепаратор зерна гравитационный СЗГ-25. Сепаратор (рисунок 3.2) состоит из блока сепарации и блока аспирации. Блок сепарации выделяет крупные и мелкие примеси без затрат электроэнергии при самотечном движении очищаемого материала по неподвижным сепарирующим элементам. Для очистки от легких примесей используют блок аспирации.

Блок сепарации включает в себя три секции: верхнюю 1, среднюю 2, соединенные между собой болтами, и нижнюю 3.



- 1 – верхняя секция; 2 – средняя секция; 3 – нижняя секция; 4 – приемная горловина; 5 – шибер; 6 – пальцы гребенок; 7, 15 – отсекатели; 8 – пневмосепарирующие каналы; 9 – зигзагообразные гребенки; 10 – патрубок вывода очищенного зерна; 11 – патрубок вывода мелких примесей; 12 – патрубок вывода крупных примесей; 13 – воронки-коллекторы; 14 – основание; 16 – канал; 17 – патрубок; 18 – центробежный электроклапан; 19 – циклон; 20 – воздуховод; 21 – жалюзи; 22 – заслонки

Рисунок 1.3 – Технологическая схема гравитационного сепаратора СЗГ-25.

Верхняя секция 1 предназначена для выделения крупных и легких примесей. Она включает в себя приемную горловину 4, шибер 5, размещенные зигзагообразно просеивающие гребенки для выделения крупных примесей 6, отсекатели 7 и каналы 8, служащие для приема и движения вниз просеявшихся через гребенки 6 зерен и мелких примесей, а также и в качестве пневмосепарирующих каналов для отделения легких примесей восходящим воздушным потоком.

Средняя секция 2 предназначена для выделения мелких примесей и завершения отделения крупных примесей от зерна. Секция содержит два

боковых параллельных вертикальных канала, в которых зигзагообразно, как и в верхней секции, установлены просеивающие гребенки 9 для выделения мелких примесей и центральный вертикальный канал с гребенками 6, аналогичными установленными в верхней секции. Нижняя часть средней секции – подставка, на которой смонтирован корпус, средней секции. В подставке имеются направляющие, по которым вдвигается нижняя секция 3.

Для обеспечения доступа к просеивающим устройствам, осмотра и смены гребенок при переходе к очистке другой культуры верхняя и средняя секции выполнены с запирающими дверцами.

Просеивающие гребенки верхней и средней секции представляют собой консольно закрепленные в планке вогнутые пальцы из пружинной проволоки. Диаметр пальцев гребенок для выделения мелких примесей 2,0 мм, для выделения крупных примесей – 3,0 мм. В блоке сепарации одновременно установлены 12 гребенок для отделения мелких примесей и 8 для отделения крупных примесей.

Нижняя секция предназначена для вывода разделенных фракций. Она выполненадвигающейся в среднюю, чем достигается возможность разворота нижней секции на 180° для изменения направления потоков очищенного материала и примесей. Секция включает по четыре патрубка вывода очищенного зерна 10, мелких примесей 11 и патрубков вывода крупных примесей 12. Зерно и отходы собираются в отдельные воронки-коллекторы 13.

В состав блока аспирации входят центробежный электровентилятор 18 и циклон 19, закрепленные на раме. С верхней секцией 1 блока сепарации вентилятор соединен воздухопроводом 20 круглого сечения, переходниками и гибкой муфтой. Снизу циклона закреплен удлинитель.

Сепаратор устанавливается на площадке на основание 14 средней секции блока сепарации и на основание блока аспирации, имеющие отверстия для крепления к полу.

Работа сепаратора осуществляется следующим образом. Исходный зерновой материал поступает в приемную горловину 4. На шибере 5 и находящихся под ним скатных лотках материал распределяется по всей ширине горловины и, двигаясь под действием гравитационных сил вниз, попадает на первую гребенку 6. Часть зерна, мелких и легких примесей проходит между пальцами гребенки 6 и по отсекателю 7 сходит в канал 8, а остальная часть зерна вместе с крупными примесями, которые не могут пройти через гребенку, сходит на вторую гребенку. На этой гребенке процесс просеивания зерна и мелких примесей продолжается, а сходящий с нее материала поступает на третью гребенку, четвертую и т.д. При этом зерно, мелкие и легкие примеси проходят через щели между пальцами гребенок 6 и поступают в каналы 8, а крупные примеси с оставшейся с ними частью зерна сходят с гребенок верхней секции на гребенки средней секции, где процесс отделения зерна от крупных примесей завершается на таких же гребенках.

Зерно с мелкими и легкими примесями, отделенное от крупных примесей в верхней секции, поступает по отсекателям в два пневмосортировальных канала 8, где осуществляется выделение легких примесей воздушным потоком, отсасываемым из этих каналов через патрубок 17, соединяемый с вентилятором 18 и циклоном 19 блока аспирации посредством воздуховодов 20. Вход воздуха в каналы 8 через жалюзи 21 в стенках каналов.

Скорость воздушного потока регулируется заслонками с механизмом 22, что позволяет настраивать пневмосепарирующее устройство на оптимальный режим. Отработанный воздух, содержащий легкие примеси, нагнетается вентилятором в циклон, в котором происходит выделение легких примесей из воздуха. Примеси самотеком выходят из нижнего патрубка циклона, а воздух выбрасывается через верхний патрубок.

Из каналов 8 зерно с мелкими примесями поступает в нижерасположенные боковые каналы средней секции. Здесь зерно и примеси движутся по зигзагообразно расположенным гребенкам 9, ширина отверстий

в которых достаточна для прохода мелкой примеси, но мала для прохода зерна. В результате этого зерно очищается от мелких примесей, которые после прохода через гребенки направляются отсекаателями 15 в каналы 16 и далее в каналы 11 нижней секции для вывода из сепаратора.

Очищенное зерно поступает в каналы 10 нижней секции и выводится из сепаратора с помощью воронки-коллектора 13. В другие два канала 10, примыкающие к каналу 12, поступает зерно, очищенное от крупных примесей в средней секции.

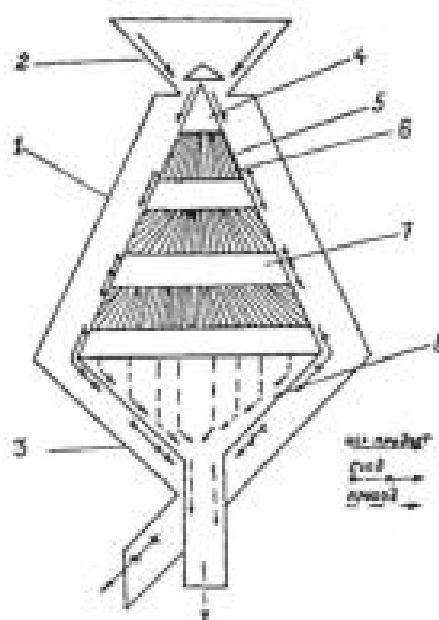
Преимущества такого сепаратора является то, что он обеспечивает высокую производительность обработки зерна и семян при малой энергоемкости, исключает травмирование семян, безотказен в работе, прост в обслуживании.

Недостатком данного сепаратора является недостаточная эффективность очистки от легких примесей.

А.с. 2097150 СССР, С1 6 В 07 В 1/06. за 1997г. Гравитационный сепаратор/ С.В. Мерчалов, А.А. Сундеев, (СССР). - № 96109775 / 03; Заявлено 13.05.96; Оpubл. 27.11.97, Бюлл. № 33. – 2с.

Сепаратор (рисунок 1.4) состоит из конического корпуса 1, который соединен с загрузочным бункером 2 и с патрубком 3 вывода крупных фракций. Внутри корпуса 1 соосно с ним установлен сепарирующий конус 4, сориентированный вершиной к загрузочному бункеру 2. Сепарирующий конус 4 состоит из последовательно установленных друг за другом сепарирующих конических поверхностей 5, ориентированных вершинами вверх, площади которых увеличиваются постепенно, начиная с первой поверхности от загрузочного бункера 2. Сепарирующие поверхности 5 состоят из клиновидных каналов, образованных соседними стержнями 6. Клиновидные каналы расширяются по ходу движения обрабатываемого материала. Сепарирующие поверхности 5 разделены друг с другом разгонными участками 7, которые позволяют увеличивать начальную скорость поступления частиц на последующую сепарирующую его частицами поверхность 5,

исключая забивание. Все сепарирующие поверхности имеют единый сборник проходовой фракции – это внутренняя полость сепарирующего конуса 4, которая соединена с патрубком 8 вывода готового продукта. Сепарирующие конусные поверхности 4 и разгонные участки 7 соединены между собой жестко.



1 – конический корпус; 2 – загрузочный бункер; 3 – патрубок вывода крупных фракций; 4 – сепарирующий конус; 5 – сепарирующие конические поверхности; 6 – клиновидные каналы; 7 – разгонные участки; 8 – патрубок вывода готового продукта

Рисунок 1.4 – Технологическая схема гравитационного сепаратора:

Сепаратор работает следующим образом. Исходный материал из загрузочного бункера 2 поступает на вершину 1 сепарирующей поверхности по ходу движения. Проходовые частицы поступают во внутреннюю полость сепарирующего конуса 4 и направляются патрубком 8 на выгрузку. Сходовая фракция с первой сепарирующей поверхности, содержащая как крупные, так и мелкие частицы, не успевшие выделиться, поступают на разгонный участок 7, где они увеличивают скорость движения и направляются на следующую сепарирующую поверхность и т.д., где окончательно подвергаются сепарированию. Крупные частицы патрубком 3 направляются на выгрузку.

Преимуществом данного сепаратора является отсутствие энергопотребления.

Недостатком этого устройства является отсутствие функции для удаления легких примесей.

Таким образом, выполненный анализ позволяет обосновать тему ВКР.

1.3 Обоснование темы выпускной квалификационной работы

Выполненный анализ существующей технологической линии послеуборочной обработки зерна показал, что существуют значительные резервы повышения эффективности работы данной технологической схемы.

Одним из возможных путей повышения эффективности работы существующего зерноочистительно-сушильного комплекса КЗС – 40Ш является замена машин для вторичной очистки зерна на менее энергометаллоемкими конструкциями пневмомеханического типа.

Применение предлагаемой машины пневмомеханического типа должно позволить значительно повысить эффективность процесса очистки зерна, значительно уменьшить ресурсозатраты. За счет эффекта самоочистки, отпадает необходимость в обслуживающем персонале для периодической очистки просеивающих поверхностей, так же упростится конструкция, т. к. отпадет необходимость в устройствах для очистки просеивающих поверхностей.

На основании вышеперечисленных требований были сформулированы следующие основные задачи при выполнении выпускной квалификационной работы:

- разработка технологии послеуборочной обработки зерна;
- разработка конструкторской документации на проектируемую установку для дальнейшего внедрения в производство;
- повышение показателей безопасности труда и пожарной безопасности;
- экономическое обоснование рациональности внедрения разработки;
- улучшение экологического состояния при эксплуатации установки.

2 СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА

2.1 Агротехнические требования к послеуборочной обработке зерна

Зерновой ворох, поступающий на послеуборочную обработку, представляет собой механическую смесь семян основной культуры и семян других культурных и сорных растений, а также минеральных и органических примесей. Ворох обычно состоит из 74...99% семян основной культуры; содержание семян других культур в 1 кг поступающего вороха составляет 3...5 тыс. штук, минеральных примесей (пыль минерального происхождения, песок, комочки почвы и др.) – обычно 1,0...1,5%. Органическими примесями в ворохе являются в основном вегетативные части растений основной культуры и сорных растений; они представляют наибольшую по объему фракцию незерновой части вороха.

При уборке хлебов в сложных погодных условиях и высокой засоренности посевов сорными растениями влажность зерна озимых культур достигает 25...30%, яровых культур – 30...35%, а влажность органических примесей – 40...70%.

При предварительной очистке влажность зернового вороха составляет до 40%, а содержание сорной примеси – до 20%, в том числе фракции солоmistых примесей – до 5%. В процессе очистки должно выделяться не менее 50% сорной примеси, в том числе практически вся солоmistая примесь. Поступление полноценных зерен в отходы не должно превышать 0,05% от массы зерна основной культуры в исходном материале.

Зерновая масса, поступающая на первичную очистку, должна иметь влажность не более 18% и содержать сорной примеси не более 8%. Допустимые потери основного зерна не должны превышать 1,5% от массы зерна основной культуры в обрабатываемом материале. В обработанном материале не должно содержаться более 3% примесей. Технологическая

эффективность выделения крупных, мелких и легких примесей при первичной очистке составляет примерно 60%.

При вторичной очистке потери семян основной культуры в отходах должны быть не более 7%, дробление – не более 0,8%. Вторичная очистка должна обеспечить подготовку семян II и I классов посевного стандарта, при которых чистота семян составляет соответственно 98 и 99%, а всхожесть – 90 и 95%.

Основными показателями качества семян являются: чистота, всхожесть, влажность и зараженность болезнями и вредителями (допускаются клещи до 20 штук на 1 кг семян 3 класса). Основные посевные качества семян основных культур приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Основные показатели качества семян основных культур

Культура	Класс	Чистота, %, не менее	Содержание семян других растений, шт./кг, не более		Всхожесть, %, не менее	Влажность, %
			все-го	в т. ч. сорных растен.		
1	2	3	4	5	6	7
Пшеница мягкая (озимая и яровая)	1	99	10	5	95	14...16
	2	98	40	20	92	14...16
	3	97	200	70	90	14...17
Пшеница твердая (озимая и яровая)	1	99	10	5	90	14...16
	2	98	40	20	87	14...16
	3	97	200	70	85	14...16
Рожь	1	99	10	5	95	14...16
	2	98	80	40	92	14...16
	3	97	200	70	90	14...17
Ячмень, овес	1	99	10	5	95	14...16
	2	98	80	20	92	14...16
	3	97	300	70	90	14...17
Гречиха	1	99	10	5	93...95	14...15,5
	2	98,5	40	20	92...97	14...16
	3	97	150	100	90...87	14...16

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6	7
Кукуруза в зернах	1	99	0	0	96	14
	2	98	0	0	92	14
	3	97	0	0	88	14
Просо	1	99	16	10	95	13,5...15, 5
	2	98	100	75	90	13,5...15, 5
	3	97	200	150	85	13,5...16, 0
Горох	1	99	5	0	95	14...16
	2	98	10	2	90	14...16
	3	97	40	5	90	14...17

Таким образом, рассмотренные агротехнические требования к послеуборочной обработке зерна являются основанием для совершенствования технологии послеуборочной обработки зерна и подготовки семян.

2.2 Способы послеуборочной обработки зерна

Предварительная очистка зернового вороха является вспомогательной операцией; ее проводят для создания благоприятных условий при выполнении последующих операций послеуборочной обработки вороха, главным образом его сушки. Для этого воздушно-решетными машинами из зернового вороха выделяются крупные, а иногда и мелкие примеси, вследствие чего повышается сыпучесть зерновой массы, предотвращается застревание ее между коробами шахтной сушилки. Кроме того, после предварительной очистки повышается устойчивость зерновой массы к развитию процесса самосогревания. Очистка наиболее эффективна в том случае, если она проводится сразу же после поступления вороха с поля. При задержке очистки происходит быстрое перераспределение влаги между

зерном и более влажными органическими примесями, в результате чего зерно несколько увлажняется и тем самым ухудшается его качество.

Первичную очистку выполняют после предварительной очистки и сушки зерна. Данная операция заключается в том, чтобы выделить возможно большее количество крупных, мелких и легких примесей при минимальных потерях основного зерна. Зерно после обработки должно соответствовать по чистоте нормам заготовительных базисных кондиций.

При первичной очистке, наряду с выделением примесей, зерно разделяют на основную (семенную или продовольственную) и фуражную (щуплые и мелкие зерна основной культуры) фракции. Исходный материал делится на четыре фракции: очищенное зерно; фуражное зерно; крупные и мелкие примеси; мелкие отходы.

Вторичную очистку в основном применяют для обработки семенного зерна, прошедшего первичную очистку. Для этого применяют сложные воздушно-решетные машины с разделением исходного материала на четыре фракции: семена, зерно II сорта, воздушно-отделимые и крупные примеси, мелкие примеси.

Если после обработки сложными зерноочистительными машинами не достигнуты необходимые требования по чистоте материала из-за наличия трудноотделимых компонентов примеси, семена и зерно дополнительно очищают триерными блоками или специальными машинами, главным образом пневмосортировальными столами. В процессе триерования выделяют три фракции: очищенное зерно, короткие и длинные примеси.

Основными способами очистки и сортирования семян является разделение: по размерам, т.е. по ширине, толщине и длине; по аэродинамическим свойствам; по состоянию поверхности; по форме частиц; по плотности.

В меньшей мере применяются способы разделения зерновых материалов по упругости, цвету, электропроводности.

Разделение по ширине производят при помощи плоских колеблющихся 1 (рисунок 2.1, б) или цилиндрических вращающихся 2 решет, имеющих круглые отверстия. Через отверстия могут пройти только те зерна и частицы, ширина которых меньше диаметра отверстий.

На горизонтально колеблющихся решетках через их отверстия хорошо проходят зерна, длина которых превышает ширину не более чем в два раза (семена проса, гороха, гречихи). Однако зерна, имеющие длину значительно большую ширины (например, рожь, овес), эффективно проходят через круглые отверстия в том случае, если продольной осью они располагаются перпендикулярно или под большим углом к поверхности решета. Это достигается при таких кинематических режимах работы решет, когда обрабатываемый зерновой ворох подбрасывается относительно их поверхности.

По толщине зерна разделяют на плоских колеблющихся 3 и цилиндрических 4 вращающихся решетках с прямоугольными отверстиями. Через отверстия решета могут пройти только те зерна (частицы), толщина которых меньше ширины отверстия. Причем для прохода зерно должно повернуться на ребро и расположиться длинной осью вдоль отверстия. Наилучшие условия для разделения зерновых смесей по толщине частиц достигаются при горизонтальных колебаниях плоских решет, т.е. без отрыва от их поверхности.

Разделение по длине осуществляется на ячеистых поверхностях 5 цилиндрических триеров. Ячейки выполнены на внутренней поверхности, а определяющим параметром разделения является их диаметр. При вращении цилиндра короткие частицы, попав в ячейки, поднимаются на большую высоту, чем длинные. При выпадении из ячеек короткие частицы попадают в желоб, из которого шнеком или колеблющимся лотком выводятся наружу. Длинные частицы в ячейках помещаются частично, поэтому они из них выпадают раньше, чем короткие и постепенно, перемещаясь вдоль цилиндра, идут сходом с его поверхности.

Различают два вида триеров: для выделения длинных примесей (например, овсюга из пшеницы – овсюжные) и коротких примесей (куколя из пшеницы – кукольные).

При разделении по аэродинамическим свойствам на зерновую смесь воздействует воздушный поток в каналах 6 или камерах 7 (рисунок 2.1, в).

Из зерновой смеси, вводимой в канал, легкие примеси (имеющие малую скорость витания) выносятся за пределы канала, а очищенное от примесей зерно отводится с помощью сетки или через его нижнюю часть. Отработавший воздух после очистки его от примесей отводится в атмосферу или вновь включается в работу. В камере поток воздуха распределяет материал по приемникам, причем частицы с меньшим коэффициентом парусности – более тяжелые – меньше отклоняются потоком от вертикали и поступают в приемник, расположенный ближе к месту ввода материала в поток, чем менее тяжелые с большим коэффициентом парусности. Качество разделения зерновых смесей зависит от положения отдельных частиц в воздушном потоке. Поскольку частицы смеси, попадая в воздушный поток, занимают разное положение, разделение получается недостаточно четким.

Зерновую смесь по состоянию поверхности составляющих ее частиц разделяют на фрикционных сепараторах – горках 8 и 9, электромагнитных 10 и магнитно-щеточных 11 барабанах (рисунок 2.1, г) и на винтовых сепараторах 12 (рисунок 2.1, д). На горках с неподвижной поверхностью, установленной под углом к горизонту, зерна с меньшим коэффициентом трения движутся быстрее и от плоскости удаляются на большее расстояние, чем зерна, имеющие больший коэффициент трения. На горках с подвижной поверхностью, имеющей продольный или поперечный уклон, зерна с меньшим коэффициентом трения скатываются вниз, а зерна с большим коэффициентом трения увлекаются полотном вверх. По величине угол наклона поверхности горок близок к углу трения шероховатых семян.

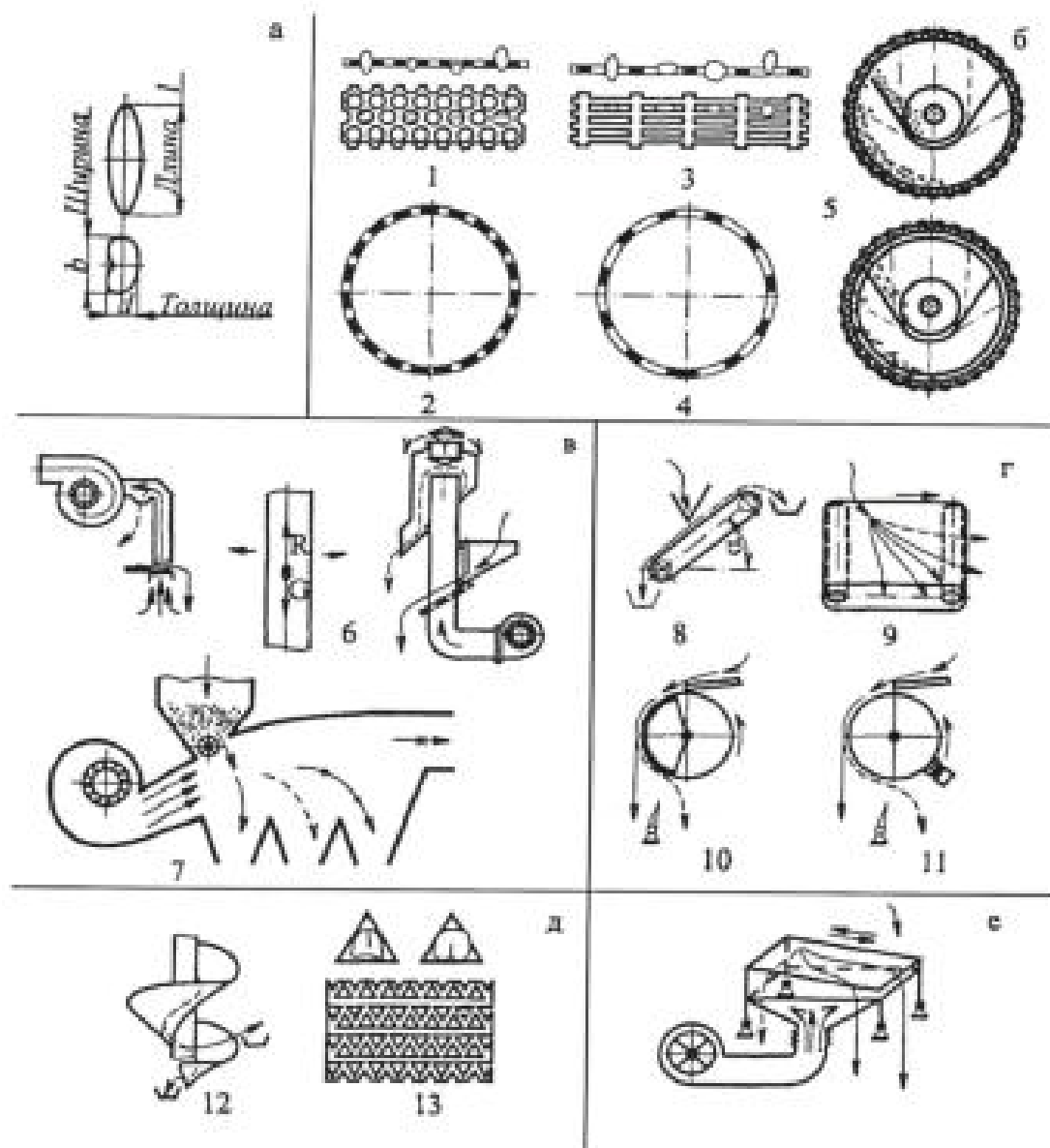
В змейке (винтовом сепараторе) круглые частицы, перекатываясь по внутренней винтовой поверхности, приобретают большую скорость, а

следовательно, и центробежную силу, чем плоские частицы. Вследствие этого круглые семена перебрасываются на наружную винтовую дорожку и выводятся из змейки через предназначенный для них выход. Плоские скользят по внутренней винтовой дорожке и выводятся из сепаратора через другой выход.

Для разделения на электромагнитном сепараторе семенной материал смешивают с металлическим порошком, при этом семена сорняков или недозрелые семена очищаемой культуры обволакиваются им, а к полноценным зернам основной культуры порошок не пристает. При подаче зерновой смеси на вращающийся барабан электромагнитной машины, находящийся под действием магнитного поля электромагнита, или на вращающийся магнитный барабан магнитно-щеточной машины семена с гладкой поверхностью свободно скатываются с барабана и поступают в приемник полноценных семян, а семена с шероховатой поверхностью с приставшим к ним порошком удерживаются барабаном и уносятся в приемники отходов. Для лучшего прилипания порошка к поверхности шероховатых семян некоторые зерновые смеси предварительно увлажняют водой.

Разделение семян по форме частиц выполняют на горках, змейках и решетках 13 с треугольными отверстиями. Показателем, характеризующим способность смеси разделяться на горках и змейках, как и по состоянию поверхности, является коэффициент трения, который связан с формой зерна. На решетках с треугольными отверстиями отделяют семена треугольной формы от семян, имеющих другую форму, но такие же размеры поперечного сечения и, следовательно, неразделимые на решетках с продолговатыми и круглыми отверстиями.

Разделение семян по упругости происходит на отражательных столах, на которые сбрасывают семена. После удара семена с различными упругими свойствами по-разному отражаются от поверхности стола и движутся по разным траекториям.



а–размеры семян; б–деление по аэродинамическим свойствам;

в–деление по состоянию поверхности; г–деление по форме;

д–деление на пневмосортировальном столе;

1–плоское решето с круглыми отверстиями; 2–цилиндрическое решето с круглыми отверстиями; 3–плоское решето с прямоугольными отверстиями;

4–цилиндрическое решето с прямоугольными отверстиями; 5–цилиндрическая ячеистая поверхность; 6– пневмосепарирующие каналы; 7– пневмосепарирующая камера; 8–фрикционный сепаратор (горка) с продольным движением полотна; 9–горка с поперечным движением полотна; 10– электромагнитный барабан; 11 –магнитно-щеточный барабан;

12–винтовой сепаратор; 13– решето с прямоугольными отверстиями.

Рисунок 2.1 – Способы очистки и сортирования зерна.

Разделение семян по цвету происходит на установках, снабженных фотоэлементами. Семена движутся мимо фотоэлементов дискретным потоком. Светлые зерна другой канал.

По электропроводности, диэлектрической проницаемости возбуждают в фотоэлементе электрический ток, вырабатывается сигнал и открывается канал на пути этих семян в бункер. Темные семена клапан направляет в и другим электрическим свойствам семена разделяют в электрическом поле.

При этом могут быть использованы электрический, коронный и диэлектрический методы разделения.

Очистку и сортирование семян по плотности производят на пневматических сортировальных столах (рисунок 2.1, е). Зерновую смесь разделяют на решетчатом полотне (решетке), наклоненном в продольном и поперечном направлениях и совершающем продольное колебательное движение. Через решетку в направлении снизу вверх нагнетается воздушный поток. Под действием колебаний и воздушного потока зерновая смесь приводится в состояние кипящего (псевдоожигженного) слоя и расслаивается: частицы с меньшей плотностью всплывают на поверхность, частицы с большей плотностью перемещаются вниз и приходят в соприкосновение с решеткой. Последние в результате воздействия решетки (силы трения) и силы инерции перемещаются в направлении колебания полотна и сходят с него через крайний правый выход. Частицы фракции с меньшей плотностью под действием силы тяжести сходят с деки через крайний левый выход. Через средний выход отводятся частицы промежуточной фракции, которая затем подается на повторную обработку.

2.3 Предлагаемая технология послеуборочной обработки зерна

Схема последовательности предлагаемых технологических процессов послеуборочной обработки и складирования семян приведена ниже на рисунке 2.2.

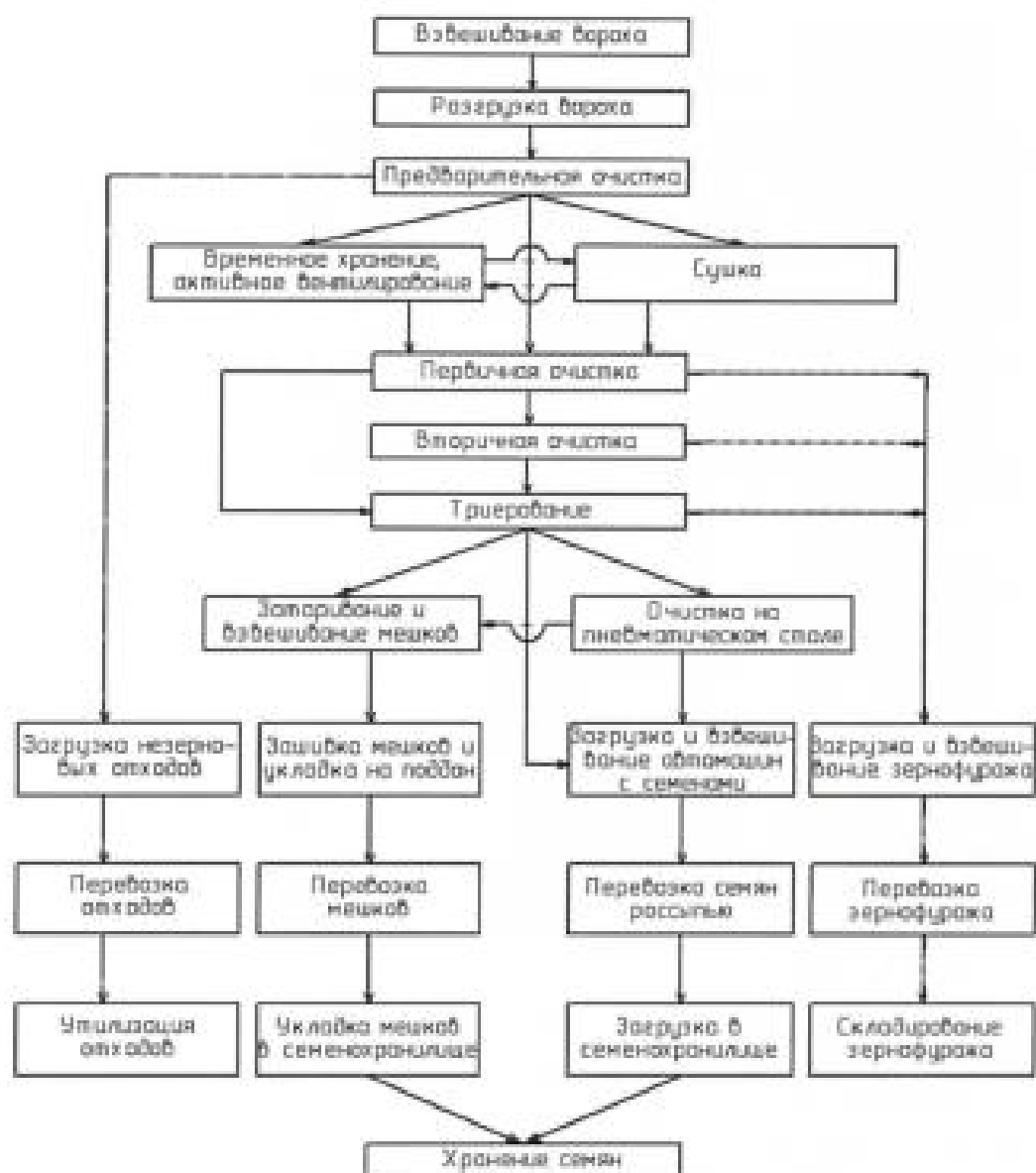


Рисунок 2.2 – Схема последовательности предлагаемых технологических процессов послеуборочной обработки и складирования семян

Предлагаемый зерноочистительно-сушильный комплекс КЗС-25Ш (рисунок 2.3) включает в себя зерноочистительное и сушильное отделения с сушилкой М-819, двумя нориями НПЗ-20 и двумя 2НПЗ-20, комплектом зернопроводов, металлической арматурой, станцией управления и топочным блоком ТБ-1,5.

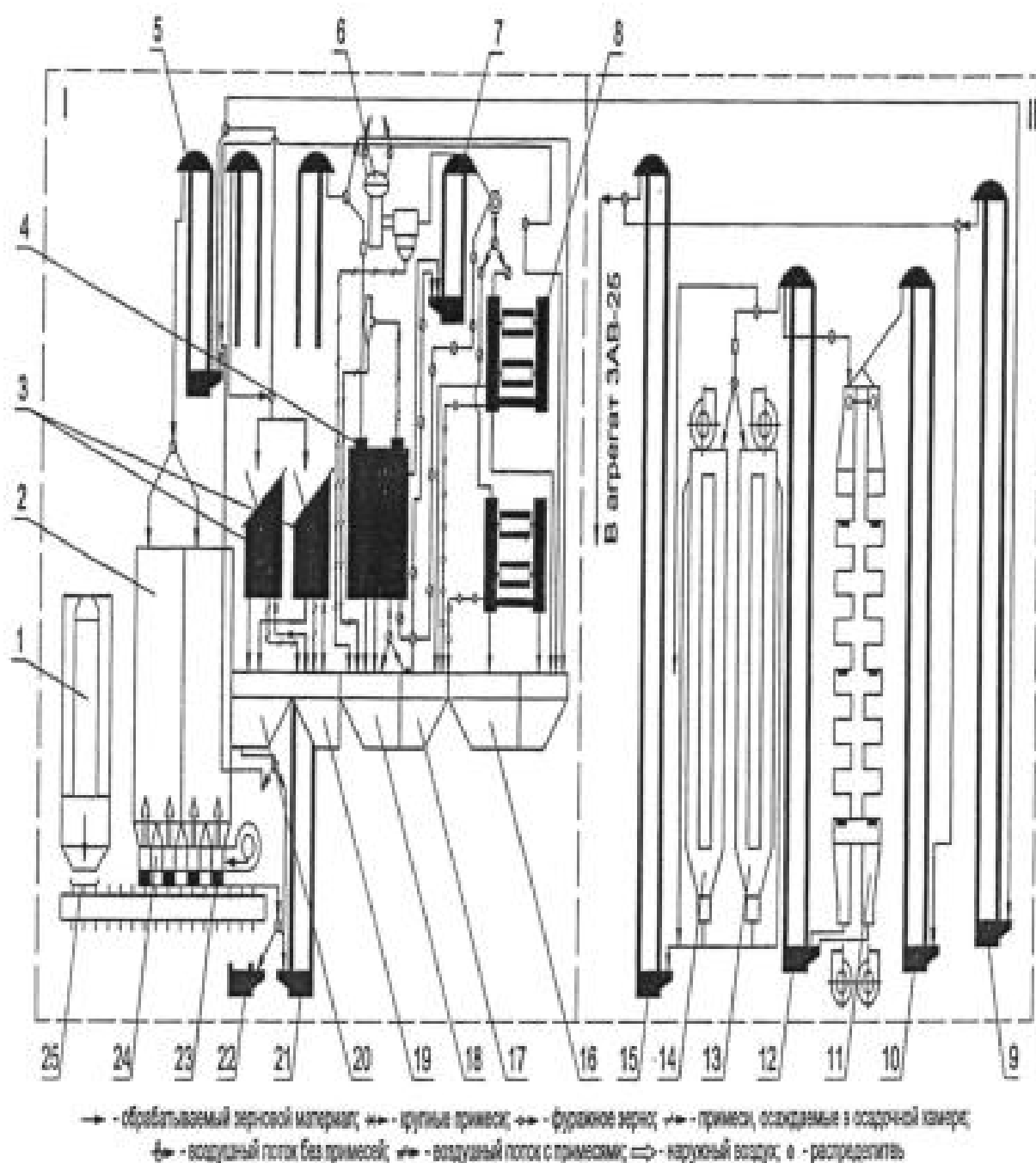


Рисунок 2.3 – Предлагаемая технологическая схема зерноочистительно-сушильного комплекса КЗС - 25 Ш

Технологический процесс комплекса основан на принципе поточной обработки зерна. Зерновой ворох с автомобилеразгрузчика 1 выгружается в питатель-дозатор 25, из которого скребковым транспортером 23 и загрузочной норией НПЗ-50 22 дозировано подается в машины предварительной очистки ПСЗ-25 3. Выделенные машинами легкие и крупные примеси самотеком поступают в бункер отходов 19. При этом предварительно очищенное зерно из бункера 20 норией НПЗ-50 5 загружается в бункер временного хранения 2, в которых вентилируется атмосферным воздухом. Из бункеров зерно норией 22 направляется в сушильное отделение и нориями 9, 10 заполняются шахты сушилки 11.

После сушки зерновой материал норией 12 подается в охладительные колонки 13 и 14, а из них норией 15 – в зерноочистительное отделение ЗАВ-25 – в норию НПЗ-20 21, которая направляет зерно в машину первичной очистки ЗВС-20А 4. Далее очищенное зерно норией 2НПЗ-20 7 подается в триерные блоки ЗАВ-10.90000А 8, а получаемые при сортировании ими примеси и щуплое зерно направляется соответственно в бункер 18 отходов и бункер 17 фуража. Окончательно очищенное зерно поступает в бункер 16 с последующим вывозом на склад.

При поступлении зернового вороха, не требующего сушки, предварительно очищенное зерно из бункеров временного хранения поступает в машину первичной очистки, минуя операцию сушки. На комплексе кроме фуражного и продовольственного зерна можно получить и семена III класса, но при этом производительность уменьшается в два раза. Для получения семян I и II классов посевного стандарта применяют семяочистительную приставку СП-10А. В сушильном отделении возможна как параллельная работа шахт сушилки, когда влажность зерна не превышает 20 %, так и последовательная работа при влажности материала выше 22 %, когда снизить и довести ее до 16 % за один цикл не удастся.

2.4 Разработка операционно-технологической карты на первичную очистку зерна яровой пшеницы пневмомеханическим сепаратором в предлагаемой технологии

Разработанная операционно-технологическая карта на предварительную очистку зерна яровой пшеницы для заданных условий будет выглядеть в следующей последовательности.

Условия работы. Исходные данные для работы: сорт яровой пшеницы – «Приопская»; урожайность – 32,2 ц/га. Общая площадь полей – 1140 га, берем три поля по 380 га = $3,8 \cdot 10^6$ м², следовательно, будут следующие размеры полей:

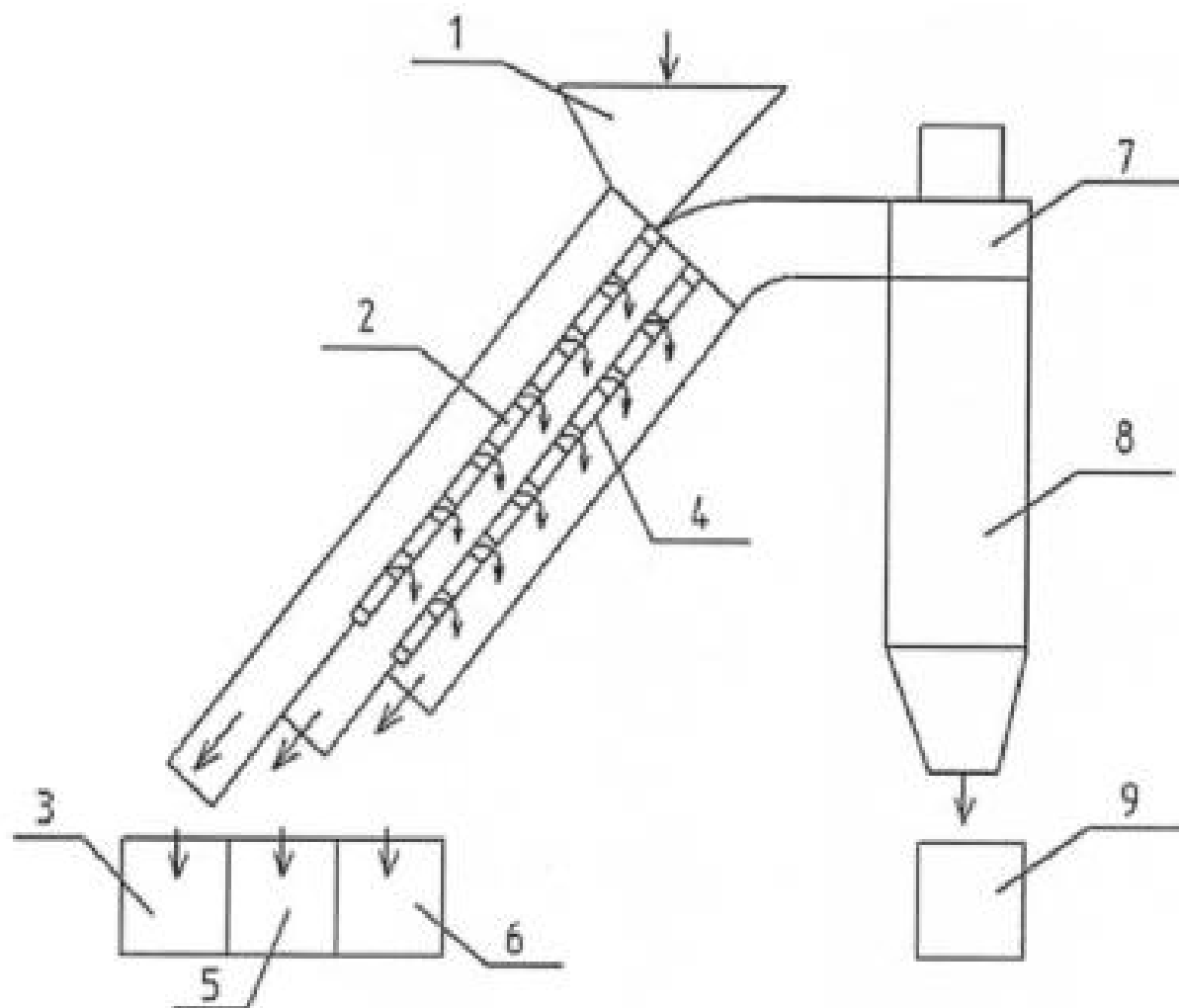
1) $3,8 \cdot 10^6$ м² = 2000 × 1900 м;

2) $3,8 \cdot 10^6$ м² = 2500 × 1520 м;

3) $3,8 \cdot 10^6$ м² = 2200 × 1727 м.

Пропускная способность установки для предварительной очистки зерна – 25 т/ч; работа в одну смену; количество обслуживающего персонала – один человек.

Агротехнические требования к качеству выполнения процесса. При первичной очистке зерна на гравитационном сепараторе ПСЗ-25 влажность зернового вороха составляет 25 %, а содержание сорной примеси – 15 %, в том числе фракции солоmistых примесей – до 5 %. В процессе очистки потери зерна в отходах должно быть не более 0,05 %, дробление – 0,1 %, а полнота выделения сорной примеси, не менее 50 %, в том числе практически вся солоmistая примесь. Состав агрегата и его кинематическая и технологическая характеристика. Предварительную очистку зерна яровой пшеницы проводят на гравитационном сепараторе ПСЗ-25 (рисунок 2.4).



1 - загрузочная воронка; 2 – верхнее решето для отделения крупных примесей; 3 – бункер для крупной примеси; 4 – нижнее решето для отделения мелкой примеси; 5 – бункер для очищенного зерна; 6 – бункер для мелкой примеси; 7 – вентилятор; 8 – циклон; 9 – бункер для легкой примеси.

Рисунок 2.4 – Функциональная схема пневмомеханического сепаратора зерна.

Работает сепаратор следующим образом. Неочищенное зерно подается в загрузочную воронку 1 и скатывается на верхнее решето 2 для отделения крупных примесей. Крупные примеси выходят из сепаратора по каналу 3, а зерно поступает на нижнее решето 4 для отделения мелких примесей. Очищенное зерно выходит по каналу 5, а мелкие примеси по каналу 6. Легкие примеси с помощью вентилятора 7 отсасываются в циклон 8.

Производительность установки – 25 т/ч; установлены решета струнного типа, расположение под углом 60° к горизонту.

Подготовка агрегата к работе. Размер регулировочной заслонки выбирается из условия обеспечения заданной производительности и качества очистки. Зазор между пальцами выбирают в соответствии с очищаемой культурой. Равномерность распределения зернового материала контролируется визуально по величине выхода очищенного зерна. Скорость воздушного потока, выбирают, оценивая качество работы пневмосепарирующего канала по составу выделенных им легких примесей и качеству очищенного зерна. Возможность регулировки амплитуды вибрации пальцев обеспечивается установкой грузов на заслонки.

Режимы работы установки. Для гравитационного сепаратора ПСЗ-25 присущи следующие работы: расход воздуха – $0,966 \text{ м}^3/\text{с}$; скорость воздуха – $9,2 \text{ м/с}$; производительность сепаратора – 25 т/ч; режим работы – непрерывный.

Контроль качества выполнения процесса. Контроль за работой установки осуществляется визуально и на основе анализа проб, которые периодически берутся из: бункера для крупной примеси; бункера для мелкой примеси; бункера для очищенного зерна.

Меры безопасности при работе на установке. Все вращающиеся части установки должны иметь защитные кожухи. Установка должна быть обеспечена средствами пожаротушения. Установка должна быть заземлена, укомплектована набором исправного инструмента и приспособлений. Емкости для сбора примесей должны периодически очищаться по мере заполнения. Все вышеописанные операции сведены в таблицу и представлено в графической части выпускной квалификационной работе.

2.5 Технологические расчеты

2.5.1 Расчет производительности зерноочистительно-сушильного комплекса

Для доведения зерна, поступающего от комбайнов, до требуемых кондиций по чистоте и влажности возникает необходимость в дополнительной очистке и сушке. Эти процессы выполняют на механизированных зерноочистительно-сушильных комплексах.

Технологический процесс доработки зерна на токах включает взвешивание, разгрузку автомобилей, подачу зерна на зерноочистительные машины, очистку его, транспортировку к сушилке, сушку, вторичную очистку и сортировку зерна для семян, погрузку в транспортные средства и взвешивание после очистки.

Механизация послеуборочной обработки зерна даст возможность избежать потерь от его залеживания на токах, сохранить высокие продовольственные и семенные качества зерна и повысить производительность труда.

Для механизации процессов на токе применяют следующие машины и оборудование:

- зерноочистительные машины МПО-50, ЗВС-20А, ЗАВ-10.90.000А;
- автомобильные весы для взвешивания зерна, поступающего от комбайнов АЦ-30С;
- автомобилеподъемник ГУАР-15Н;
- зернопогрузчик со швырялкой ЗМ-60А;
- норин 2НПЗ-20, НПЗ-20, НПЗ-50;
- зерносушилка М-819.

Оборудование механизированных токов подбирается в соответствии с их пропускной способностью, которая определяется необходимой среднесуточной и среднечасовой переработкой зерна.

Необходимую производительность зерносушилок устанавливают по количеству зерна, требующего искусственной сушки, и по степени его влажности.

Производительность зерноочистительных машин зависит от типа зерна (культуры), его влажности и засоренности, а также от работы механизмов машин (правильности регулировки рабочих органов) и организации процесса (обеспеченности транспортными средствами и обслуживающим персоналом). За час сменного времени производительность зерноочистительной машины может быть определена по формуле (166) стр.483 [18]:

$$W_{\text{ч}} = W_0 K_1 K_2 \tau, \quad (2.1)$$

где $W_{\text{ч}}$ – часовая производительность машины, т/ч;

W_0 – производительность машины при очистке семян пшеницы влажностью до % и засоренностью до %, т/ч (из технической характеристики);

K_1 – коэффициент производительности машины в зависимости от культуры (см приложение А);

K_2 – коэффициент пересчета производительности машины в зависимости от влажности и засоренности обрабатываемой культуры (см приложение Б);

τ – коэффициент использования времени смены на чистую работу агрегата.

С учетом значений всех коэффициентов определим часовую производительность существующих зерноочистительных машин.

Сначала определяем часовую производительность существующей машины для предварительной очистки зерна МПО-50, зная, что $W_0=50$ т/ч при очистке семян пшеницы влажностью до 20 % и засоренностью до 10 %, находим:

$$W_{\text{ч}}^0 = 50 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 32 \text{ т/ч.}$$

Затем определяем часовую производительность разрабатываемой машины для предварительной очистки зерна СГЗ-25, зная, что $W_0=25$ т/ч при очистке семян пшеницы влажностью до 25 % и засоренностью до 15 %, находим:

$$W^I_q = 25 \cdot 1,0 \cdot 0,88 \cdot 0,9 = 19,8 \text{ т/ч.}$$

Потом определяем часовую производительность машины для вторичной очистки зерна ЗВС-20А, зная, что $W_q=25$ т/ч при очистке семян пшеницы влажностью до 16 % и засоренностью до 5 %, получаем:

$$W_q = 25 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 0,8 = 18 \text{ т/ч.}$$

Определяем часовую производительность двух триерных блоков ЗАВ-10.90.000А, знаем, что $W_q=20$ т/ч при очистке семян пшеницы влажностью до 16 % и засоренностью до 5 %, получаем:

$$W_q = 20 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,8 = 16 \text{ т/ч.}$$

Проведя вышесказанный расчет мы пришли к следующему выводу: так как часовая производительность разрабатываемой машины для предварительной очистки зерна СГЗ-25 меньше существующей МПО-50 мы устанавливаем в поточную технологическую линию две машины и их общая производительность составит $W_q=39,6$ т/ч.

2.5.2 Расчет производительности пневмомеханического сепаратора

Исходные данные:

вид сепарируемого материала – зерно пшеницы;

производительность решет – 25 т/ч.

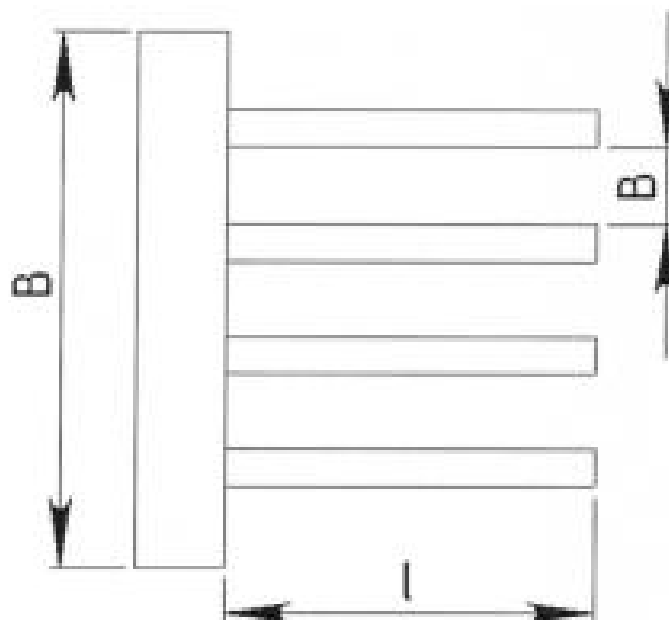
Определение геометрических параметров верхнего решета. Расстояние между струнами может быть приблизительно определено по следующей формуле (15) стр.628 [11]:

$$B \geq M_{\text{max}} + 3\sigma_{\text{max}} \quad (2.2)$$

где B – межструнное расстояние, мм;

M_{max} – средний размер зерен, мм;

σ_{max} – среднеквадратичное отклонение, мм.



B – межструнное расстояние, мм; B_p – ширина решета, мм;

l – рабочая длина решета, мм.

Рисунок 2.5 – Схема решета

По таблице 4 стр.629 [11], находим максимально возможное значение M_{max} и соответствующее ему значение σ_{max} : $M_{max}=3,84$ мм; $\sigma_{max}=0,24$ мм. С учетом этого минимальное расстояние между струнами составит:

$$B \geq 3,84 + 3 \cdot 0,24 = 4,56 \text{ мм.}$$

Принимаем $B=5$ мм.

Проверка производительности решет. Производительность решет прямо пропорциональна их площади и может быть выражена через формулу (23) стр.39 [12]:

$$Q_p = q_f F, \quad (2.3)$$

где Q_p – производительность решет,

q_f – удельная производительность решет, т/(ч·м²);

F – площадь решет, м².

Величина удельной производительности q_f в общем случае зависит от многих параметров (угол наклона решет, их геометрия, влажность и засоренность материала).

В результате проведения ряда опытов было установлено, что зависимость удельной производительности от расстояния между струнами, и углом наклона решет к горизонту имеет линейный характер, а влияние влажности материала незначительно при $B \geq 5$ мм. Полученные экспериментальные данные представлены в виде графика (рисунок 2.6).

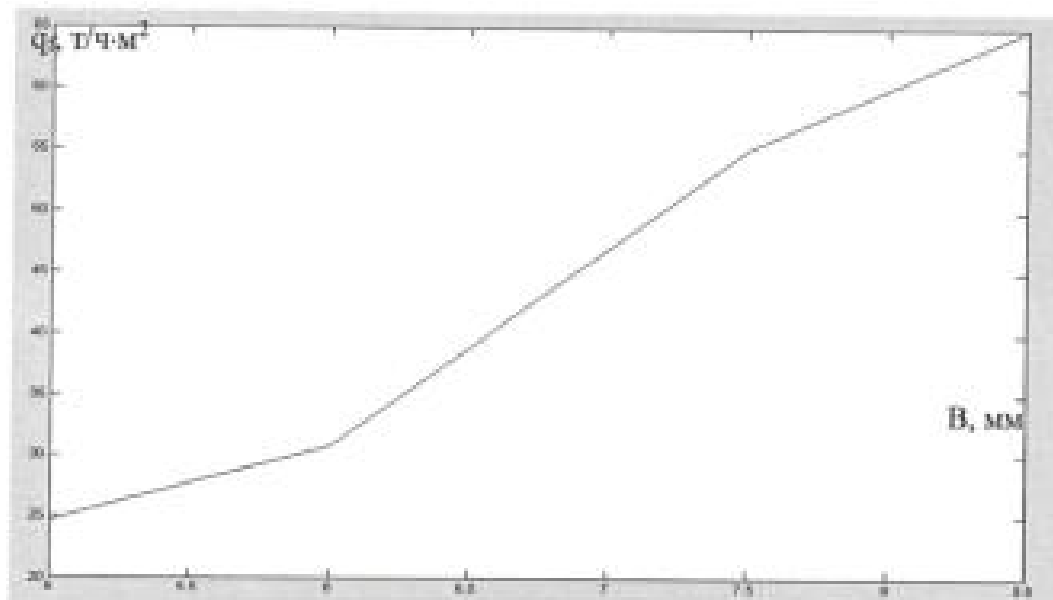


Рисунок 2.6 – График зависимости удельной производительности от межструнного расстояния

Из графика принимаем $q_f=25$ т/(ч·м²).

Тогда расчетная площадь решет составит:

$$F_p = l_p B_p n, \quad (2.4)$$

где F_p – расчетная площадь решет, м²;

l_p – рабочая длина решета, м;

B_p – ширина решета, мм;

n – число секций.

Зная, что $l_p=0,150$ мм; $B_p=0,5$ мм; $n=8$. Получим

$$F_p = 0,150 \cdot 0,5 \cdot 8 = 0,6 \text{ м}^2.$$

Найдем расчетную производительность решет

$$Q_p = 25 \cdot 0,6 = 15 \text{ т/ч.}$$

Значение расчетной производительности решет оказалось меньше, заданного, для увеличения производительности нужно либо увеличить площадь, что вызовет удорожание конструкции, либо увеличить удельную производительность q_f изменив межструнное расстояние B на большее значение.

Принимаем $B=6$ мм, тогда из графика $q_f=33$ т/(ч·м²) и расчетная производительность составит:

$$Q_p=33 \cdot 0,6=19,8 \text{ т/ч.}$$

Определение геометрических параметров нижнего решета. Расстояние между струнами может быть приблизительно определено по следующей формуле (16) стр.628 [11]:

$$B \leq M_{\min} - 2\sigma_{\min} \quad (2.5)$$

где B – межструнное расстояние, мм;

$M_{\min}$ – средний размер зерен, мм;

$\sigma_{\min}$ – среднеквадратичное отклонение, мм.

По таблице 4 стр.629 [11], находим минимально возможное значение $M_{\min}$ и соответствующее ему значение $\sigma_{\min}$: $M_{\min}=3,84$ мм; $\sigma_{\min}=0,24$ мм. С учетом этого минимальное расстояние между струнами составит :

$$B \geq 3,84 - 2 \cdot 0,24 = 1,56 \text{ мм. Принимаем } B=1,5 \text{ мм.}$$

2.5.3 Расчет пневмосистемы гравитационного сепаратора

Физико-механические свойства семян пшеницы. Размеры семян, мм: длина – 4,2...8,6; ширина – 1,6...4,0; толщина – 1,5...3,8; скорость витания, м/с – 8,9...11,5; плотность, г/см³ – 1,2...1,5; коэффициент внутреннего трения скольжения – 0,47...0,93 стр.250 [5] (см приложение В).

Расчет скорости воздуха в пневмосепарирующих каналах. Скорость воздуха v в пневмосепарирующих каналах выбирают по характеристикам распределения скоростей v_{cp} компонентов зерновой смеси. В каналах для отделения легких примесей скорость воздуха v принимают равной (0,7...0,8) v_{cp} основной культуры стр.211 [5]. Следовательно, $v=0,8 \cdot 11,5=9,2$ м/с.

Расчет размеров пневмосепарирующих каналов. Размеры пневмосепарирующих каналов устанавливаются по допускаемой удельной нагрузке q (кг/с) на 1 м^2 сечения или на 1 м ширины B с учетом назначения машины. Высота H_1 (рисунок 2.7) верхней части канала принимается равной $0,5 \dots 1,6 \text{ м}$. Меньшие значения принимают для каналов предварительной очистки. Принимаем $H_1=0,8 \text{ м}$.

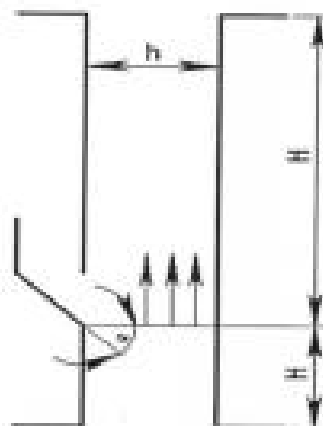


Рисунок 2.7 – Схема вертикального пневмосепарирующего канала

Высота H_2 нижней части канала принимается не менее $1,5h$ его глубины. В таблице 5.1 (стр.212) [5] приведены оптимальные значения глубины h вертикальных пневмосепарирующих каналов, при которых обеспечивается высокое качество очистки и низкий удельный расход энергии. При $q=6,0 \dots 9,0 \text{ кг/(с·м)}$ для каналов предварительной очистки $h=220 \dots 250 \text{ мм}$. Принимаем $h=220 \text{ мм}$. Получаем $H_2=1,5 \cdot 220=315 \text{ мм}$.

Ширина B пневмосепарирующего канала воздушно-решетных машин принимается примерно равной ширине решет зерноочистительной машины, т.е. $B=0,5 \text{ м}$.

Расход воздуха в пневмосепарирующем канале определяется по формуле (5.1) стр.212 [5]:

$$Q_s = Bhv, \quad (2.6)$$

где Q_k – расход воздуха в пневмосепарирующем канале, м³/с;

B – ширина пневмосепарирующего канала, мм;

h – глубина вертикального пневмосепарирующего канала, мм;

v – скорость воздуха, м/с.

$$Q_k = 0,5 \cdot 0,22 \cdot 9,2 = 0,966 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Расчет сопротивления пневмосистемы. Расчет сопротивления пневмосистемы ведут исходя из потерь статического давления в воздушных каналах и динамического давления на входе в канал или выходе из него по формуле (5.2) стр.213 [5]:

$$P_{\text{ин}} = P_{\kappa} + P_{dv} + P_{\text{от}} \quad (2.7)$$

где $P_{\text{ин}}$ – сопротивление пневмосистемы, Па;

P_{κ} – потери статического давления в воздушных каналах, Па;

P_{dv} – потери динамического давления на входе и выходе из канала, Па;

$P_{\text{от}}$ – потери давления на воздухоотделителе, Па.

При движении воздуха в каналах пневмосистемы давление расходуется на преодоление трения о стенки, местных сопротивлений, сопротивление зернового слоя, на перемещение и подъем удаляемых примесей.

Потери давления на трение в круглых трубопроводах определяют по формуле (5.3) стр.214 [5]:

$$P_{\text{тр}} = \lambda \frac{l}{d} \rho \frac{v^2}{2}, \quad (2.8)$$

где $P_{\text{тр}}$ – потери давления на трение, Па;

λ – коэффициент сопротивления трения;

l и d – длина и диаметр трубопровода, м;

ρ – плотность воздуха, кг/м³;

v – скорость воздуха, м/с.

Коэффициент сопротивления трения воздухопроводов с шероховатыми металлическими стенками с достаточной для практических целей точностью можно определить по упрощенной формуле Блесса (5.4) стр.214 [5]:

$$\lambda = 0,0125 + \frac{0,0011}{d_{\text{экв}}}, \quad (2.9)$$

где $d_{\text{экв}}$ – эквивалентный диаметр, м.

Если воздухопровод имеет прямоугольное сечение, то при равенстве средних скоростей в круглой и прямоугольной трубах эквивалентный диаметр находится по выражению (5.5) стр.214 [5]:

$$d_{\text{экв}} = \frac{2ab}{(a+b)}, \quad (2.10)$$

где a и b – глубина и ширина воздухопровода, м.

Зная, что $l = H_1 + H_2 = 0,8 + 315 = 1,115$ м; $\rho = 1,2$ кг/м³; $v = 9,2$ м/с; $a = 0,22$ м; $b = 0,5$ м. Получим, что

$$d_{\text{экв}} = \frac{2 \cdot 0,22 \cdot 0,5}{(0,22 + 0,5)} = 0,3 \text{ м};$$

$$\lambda = 0,0125 + \frac{0,0011}{0,3} = 0,0161;$$

$$P_{\text{тр}} = 0,0161 \frac{1,115}{0,3} 1,2 \cdot 9,81 \frac{9,2^2}{2} = 29,8 \text{ Па}.$$

Потери давления на преодоление местных сопротивлений обуславливаются изменением значения и направления скорости потока в фасонных частях воздухопроводов и вычисляются по формуле (5.6) стр.214 [5]:

$$P_{\text{м.с.}} = \xi \rho \frac{v^2}{2}, \quad (2.11)$$

где $P_{\text{м.с.}}$ – потери давления на преодоление местных сопротивлений, Па;

ξ - коэффициент местного сопротивления (при входе в трубу с острыми краями $\xi=0,5$).

$$P_{\text{в.с.}} = 0,5 \cdot 1,2 \frac{9,2^2}{2} = 25,4 \text{ Па.}$$

Потери давления на преодоление сопротивления зернового слоя у большинства существующих зерноочистительных машин составляют $P_s=50...150$ Па. Большие значения относятся к высокопроизводительным машинам с высокими удельными нагрузками. Для нашего случая принимаем $P_s=100$ Па.

Влияние механических примесей в воздухе и транспортируемого материала на увеличение потерь давления, подсчитанных для чистого воздуха, можно определить по упрощенной формуле (5.7) стр.215 [5]:

$$P_{\text{см}} = P_{\text{в}}(1 + K_{\text{с}}\mu_{\text{с}}), \quad (2.12)$$

где $P_{\text{см}}$ – потери давления, Па;

$P_{\text{в}}$ – потери давления воздуха, Па;

$K_{\text{с}}$ – сложный коэффициент, зависящий от вида примесей, концентрации смеси, скорости и состояния потока, размеров воздуховода и других факторов (по таблице 5.2 из [5], $K_{\text{с}}=0,75$);

$\mu_{\text{с}}$ – коэффициент концентрации смеси, определяемый отношением массы перемещаемого материала к массе воздуха в единицу времени (по таблице 5.2 из [5] $\mu_{\text{с}} \leq 0,3$).

Потери давления воздуха определяются по формуле (5.7) стр.215 [5]:

$$P_{\text{в}} = P_{\text{тр}} + P_{\text{м.с.}}, \quad (2.13)$$

где $P_{\text{в}}$ – потери давления воздуха, Па;

$P_{\text{тр}}$ – потери давления на трение о стенки, Па;

$P_{\text{м.с.}}$ – потери давления на преодоление местных сопротивлений, Па.

Зная, что $P_{пр}=29,8$ Па; $P_{м.с.}=25,4$ Па, найдем

$$P_s=29,8+25,4=55,2 \text{ Па};$$

$$P_{св}=55,2(1+0,75\cdot 0,3)=67,5 \text{ Па}.$$

Потери давления на подъем частиц в вертикальных и наклонных воздухопроводах определяют по формуле (5.8) стр.215 [5]:

$$P_{верт.} = \rho g l_s \sin \alpha \mu_s, \quad (2.14)$$

где $P_{верт.}$ – потери давления на подъем частиц в воздухопроводах, Па;

ρ - плотность воздуха, кг/м³;

g - ускорение земного притяжения, м/с²;

l_s – длина воздухопровода, м;

α - угол наклона воздухопровода к горизонту, град.

Имея $\rho=1,2$ кг/м³; $g=9,81$ м/с²; $l_s=0,8$ м; $\alpha=60^\circ$, найдем

$$P_{верт.}=1,2\cdot 9,81\cdot 0,8\cdot \sin 60^\circ \cdot 0,3=24,5 \text{ Па}.$$

Общие потери статического давления в воздушных каналах составят (5.9) стр.215 [5]:

$$P_s=(P_{верт.}+P_{м.с.})(1+K_o\mu_o)+P_s+P_{верт.}, \quad (2.15)$$

$$P_s=(29,8+25,4)(1+0,75\cdot 0,3)+100+24,5=170 \text{ Па}.$$

Динамическое давление на выходе из вентилятора определяется по формуле (5.10) стр.215 [5]:

$$P_{dv} = \rho \frac{v^3}{2}, \quad (2.16)$$

$$P_{dv} = 1,2 \frac{9,2^3}{2} = 50 \text{ Па}.$$

Общее сопротивление пневмосистемы:

$$P_m = P_k + P_{dv} + P_{av}$$

$$P_m = 170 + 50 + 660 = 880 \text{ Па}.$$

Выполненные технологические расчеты являются основой совершенствования первичной очистки в технологии послеуборочной обработке зерна, а также позволяют выполнить конструктивно-технологические параметры предлагаемой конструкции пневмомеханического сепаратора зерна.

2.6 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве – важный фактор обеспечения 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 (мотористы, слесари, электрификаторы). Поэтому работа одних связана с управлением транспорта, с большой психофизической нагрузкой, а других – со сложной координацией движения и работой в непростых условиях (на высоте, в узких помещениях). 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.

3 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ СЕПАРАТОРА ЗЕРНА ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОГО ТИПА

3.1 Обоснование конструкции сепаратора

Анализ преимуществ и недостатков вышеописанных машин аналогичного назначения показал, что с точки зрения ресурсосбережения более эффективными для предварительной очистки зерна являются сепараторы гравитационного типа.

Из существующих установок гравитационного типа наиболее эффективным является способ предварительной очистки зерна предлагаемый в патенте [2].

Сепаратор содержит канал 1 с просеивающими устройствами 2, установленными в нем неподвижно под углом к горизонтальной плоскости и собранными из гребенок 3 с консольно закрепленными пальцами 4. Над гребенками, под острым углом к ним, установлены на шарнирах 5 заслонки 6 так, что один край заслонки с шарниром расположен выше слоя обрабатываемого материала 7, а другой край заслонки прижимается к гребенкам с помощью груза 8 или пружины, направлен по ходу движения слоя материала и имеет возможность отходить под воздействием потока материала.

Работает сепаратор следующим образом (рисунок 3.1).

Подлежащий обработке материал засыпают в загрузочную воронку канала 1. Под действием силы тяжести он перемещается вниз вдоль просеивающего устройства 2. Частицы материала скользят вдоль пальцев 4 гребенок, при этом частицы с размером меньше, чем просвет S , проваливаются вниз и выходят через патрубок вывода проходной фракции, а частицы с

					ВКР.35.03.06.000.20. ПС3.00.00.00.ПЗ		
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Пояснительная записка		
Разраб.	Юнусов		<i>[Подпись]</i>	06.20			
Проверил	Нуруллин		<i>[Подпись]</i>	06.20	Литера	Лист	Листов
					у	1	
Н. контр.	Нуруллин		<i>[Подпись]</i>		Казанский ГАУ каф. МОА группа 251-01		
Утв.	Халиуллин		<i>[Подпись]</i>				

большими размерами продолжают движение по гребенкам и выходят из канала через патрубок вывода сходовой фракции.

При движении частиц концы пальцев 4 совершают пространственные колебательные движения, благодаря которым частицы с размерами, близкими к размеру S , или проталкиваются между пальцами вниз или выталкиваются вверх.

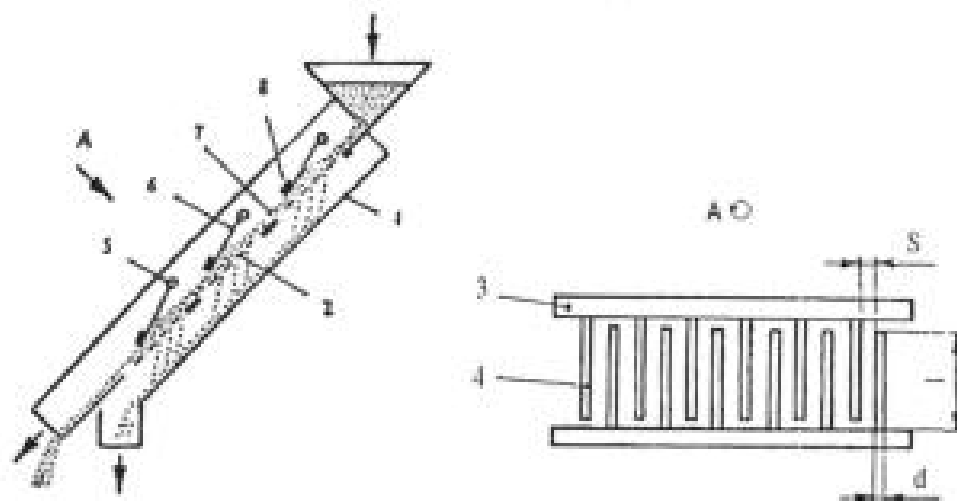


Рисунок 3.1 - Продольный разрез сепаратора и вид по стрелке А на гребенки

Происходит самоочистка гребенок от заклинившихся между пальцами частиц. Поток материала 7 приподнимает заслонки 6, они также начинают колебаться и периодически изменять проходное сечение потока. Благодаря этому начинаются пульсации потока материала, которые усиливают эффект самоочистки гребенок. Кроме того, происходит перемещение частиц материала и более интенсивное выделение проходной фракции.

Конструкция разрабатываемой установки. Особенностью разрабатываемой установки является расположение просеивающих решет под углом 60° к горизонту:

- применение решет струнного типа, состоящие из набора гребенок в виде закрепленных тонких стрижней – струн из нержавеющей стали;
- наличие аспирационного канала с расчетными параметрами по сечению и протяженности;

					ВКР.35.03.06.000.20. ПС3.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		2

- наличие над каждой гребенкой, под острым углом к ней специальной, шарнирно-закрепленной заслонки, причем верхний край с шарниром располагается выше слоя зернового материала, а нижний край заслонки, прижимаясь к гребенке с помощью груза, направлен по ходу движения зернового материала и имеет возможность отходить от гребенки под воздействием потока зерна.

Назначение разрабатываемой установки. Сепаратор предназначен для предварительной очистки бункерного зернового вороха от выделяемых решетными и пневмосепарирующими рабочими органами крупных, мелких и легких примесей при послеуборочной обработке всех видов зерновых колосовых культур, кукурузы, зернобобовых, крупяных культур, подсолнечника, поступающих от комбайнов, перед их сушкой, засыпкой на хранение, другой обработкой, а также при подготовке к продаже.

Такая очистка особенно эффективна сразу после обмолота. Она повышает хранимость зернового материала, обеспечивает необходимые условия для качественной сушки зерна в сушилках и облегчает последующие операции по очистке и сортированию зерна и семян. Выделение из зернового материала крупных и мелких примесей, являющихся, как правило, наиболее влажными компонентами зернового вороха, снижает общую влажность материала и повышает его сыпучесть, а выделение мелких примесей (семена сорных растений, частицы земли, пыль) повышает скважистость зернового слоя, предупреждает образование очагов самосогревания, создает возможность равномерного продувания зерна воздухом при вентилировании. Зерновой материал, предназначенный для использования на кормовые цели, во многих случаях после очистки сепаратором не требует дополнительной очистки.

Сепаратор может быть использован самостоятельно в качестве машины предварительной очистки, а также в любых поточных линиях для послеуборочной обработки зерна и подготовки семян. Например, в составе зерноочистительных агрегатов типа ЗАВ и зерноочистительно-сушильных

					ВКР.35.03.06.000.20. ПС3.00.00.00.ПЗ	Лист
						3
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

комплексах КЗС, а также в агрегате с зерносушилкой, зернохранилищем, другим зерноперерабатывающим оборудованием.

Для использования сепаратора самостоятельно вне поточных зерноочистительных и зерноочистительно-сушильных технологических линий необходимо оборудование в следующем составе: транспортные устройства (нория, шнеки, транспортер) для подачи материала в сепаратор и отвода зерна и выделенных отходов. Такой комплект может выполнять предварительную очистку влажного зернового материала перед любой зерносушилкой и бункерами активного вентилирования и предварительную очистку сухого зернового материала перед загрузкой в склады. При этом сепаратор может установлен в составе механизированного зерносклада. Сепаратор может устанавливаться непосредственно над хранилищем, сушилкой или другими приемными устройствами зерноперерабатывающих линий. Не требует сооружения фундамента и может использоваться на открытой, в том числе грунтовой площадке.

Техническая характеристика ПСЗ-25

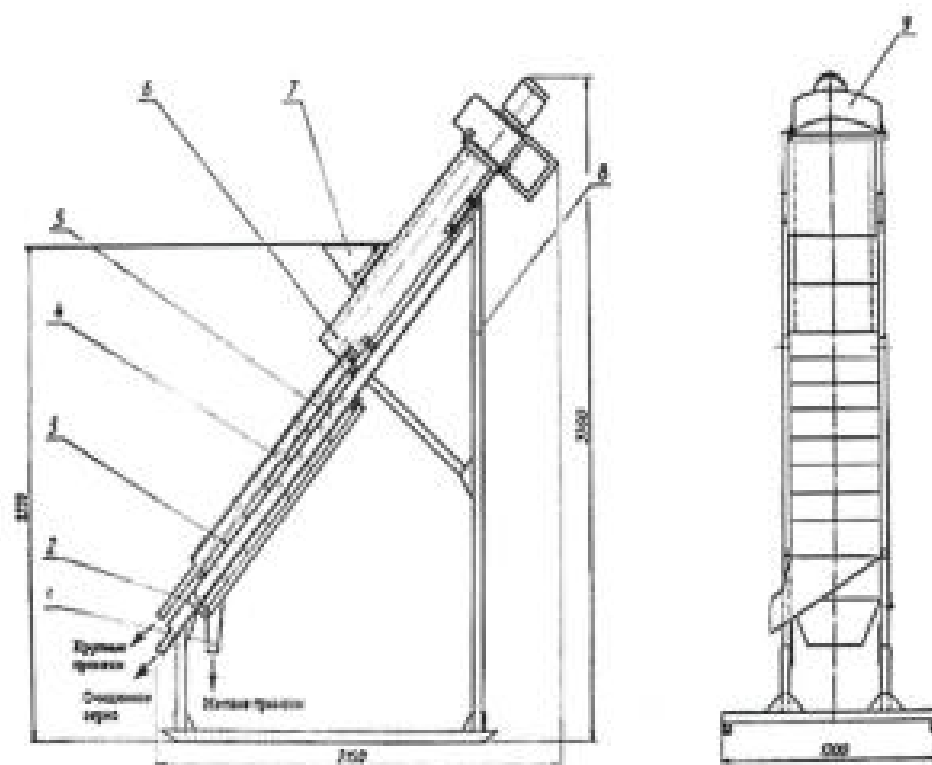
Тип	стационарный
Производительность при очистке пшеницы влажностью до 25% и засорённостью до 15 %, т/ч	25
Угол наклона решет, град.	60
Расход воздуха, м ³ /с	0,966
Скорость воздуха, м/с	9,2
Установленная мощность электродвигателя вентилятора, кВт	2,2
Высота загрузочной воронки, мм	2350
Габаритные размеры, мм:	
длина	2150
ширина	1200
высота	3200
масса, кг	280
Обслуживающий персонал, человек	1

					<i>ВКР.35.03.06.000.20. ПСЗ.00.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		4

Устройство. Сепаратор состоит из блока сепарации и блока аспирации

Блок сепарации включает загрузочный бункер 7 (рисунок 3.2), верхнее решето для выделения крупных примесей 3, нижнее решето для выделения мелких примесей 2, поддон для приема мелких примесей 1, короб 6, верхнюю балку 4 и нижнюю 5. Блок аспирации состоит из вентилятора 9 для выделения легких примесей. Лопастное колесо вентилятора получает привод от электродвигателя.

Принцип работы. Неочищенное зерно подается в загрузочный бункер 7 и скатывается на верхнее решето 3 для отделения крупных примесей. Крупные примеси сходом поступают в приемник крупных примесей, а зерно поступает на нижнее решето 2 для отделения мелких примесей. Очищенное зерно выходит по каналу и собирается в приемник очищенного зерна, а мелкие примеси по каналу скатываются в поддон 1.



- 1 – поддон; 2 – решето нижнее; 3 – решето верхнее; 4 – балка верхняя;
5 – балка нижняя; 6 – короб; 7 – загрузочный бункер; 8 – рама;
9 – вентилятор

Рисунок 3.2 – Общий вид пневмомеханического сепаратора

					ВКР.35.03.06.000.20. ПС3.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		5

При этом легкие примеси отделяются от зерновой массы восходящим потоком воздуха, создаваемым вентилятором 9 и выбрасывается наружу. При движении частиц концы пальцев совершают пространственные колебательные движения, благодаря которым частицы с размерами, близкими к зазору между пальцами решета, или проталкиваются между пальцами вниз или выталкиваются вверх.

Происходит самоочистка гребенок от заклинившихся между пальцами частиц. Поток материала приподнимает заслонки, они также начинают колебаться и периодически изменять проходное сечение потока. Благодаря этому начинаются пульсации потока материала, которые усиливают эффект самоочистки гребенок. Кроме того, происходит перемещение частиц материала и более интенсивное выделение проходной фракции.

Подготовка к работе.

Подготовка установки ПСЗ-25 к работе заключается в проверке ее технического состояния.

Перед запуском установки необходимо проверить и при необходимости подтянуть резьбовые соединения. Очистить емкости для сбора примесей.

Решета нужно подбирать в соответствии с их назначением для каждой культуры. Подбор решет целесообразно с учетом влажности и засоренности зерновой массы. Наиболее ответственным моментом подготовки установки является подбор просеивающих решет.

Правильность подбора решет проверяют на основе анализа контрольных проб во время работы установки.

Технологические регулировки. Размер регулировочной заслонки в загрузочном бункере выбирают из условия обеспечения заданной производительности и качества очистки. Зазор между пальцами решета выбирают в соответствии с очищаемой культурой. Равномерность распределения зернового материала контролируется визуально по величине выхода очищенного зерна. Скорость воздушного потока, выбирают, оценивая качество работы пневмосепарирующего канала по составу выделенных им легких примесей и качеству очищенного зерна.

						Лист
					ВКР.35.03.06.000.20. ПСЗ.00.00.00.ПЗ	6
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Возможность регулировки амплитуды вибрации пальцев обеспечивается установкой грузов на заслонки.

Контроль за работой установки осуществляется визуально и на основе анализа проб, которые периодически берутся с разделяемых фракций на установке. Кроме того, осуществляется постоянный визуальный и слуховой контроль за всеми узлами.

Оценка качества работы определяется показателями полноты разделения и потери зерна основной культуры при номинальной производительности. Полнота разделения – не менее 0,5, т.е. в процессе пропуска вороха через ПСЗ-25 должно быть выделено не менее 50 % примесей. Потери должны составлять не более 0,2 %. При определении последнего показателя необходимо учитывать, что количество полноценных зерен в исходном материале составляет 85...98 %. В материале прошедшем через ПСЗ-25, солоmistых примесей длиной 50 мм должно быть не более 0,2 %.

Указания мер безопасности. При работе с сепаратором необходимо соблюдать общие правила техники безопасности работы с сельскохозяйственными машинами.

При установке и монтаже следить за надежностью закрепления всех деталей и узлов.

Установка должна иметь надежное заземление. Ремонтные работы и операции технического обслуживания производить с обязательным отключением от сети питания. Ремонт электрооборудования должен производиться специалистами соответствующих квалификаций.

Техническое обслуживание. *Ежедневное техническое обслуживание.* Очистить сепаратор от пыли и грязи. Проверить, не скопились ли в щели загрузочной воронки посторонние предметы и, если такие предметы есть, удалить их. Для их удаления следует вначале освободить воронку от остатков зернового материала.

Очистить гребенки от застрявших между пальцами зерен и сора.

					Лист 7
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	

ВКР.35.03.06.000.20. ПСЗ.00.00.00.ПЗ

Проверить, не деформированы ли пальцы гребенок и, при обнаружении искривленных пальцев, нарушении величины зазора между ними или отклонении концов пальцев от общей для них прямой линии, тщательно выправить поврежденные пальцы.

Очистить заслонки от скопившихся на них частиц соломы и другого сора. Проверить и при необходимости подтянуть резьбовые соединения.

Периодическое техническое обслуживание (через 150-170 часов работы).

Выполнить операции ежесменного технического обслуживания. Отсоединить переходный патрубок, соединяющий воздуховод с вентилятором, проверить, не налипла на крыльчатке вентилятора пыль и, при необходимости, очистить крыльчатку.

Хранение гребенок.

Для длительной качественной работы сепаратора необходимо обеспечить сохранение неповрежденными гребенки – основной рабочий орган сепаратора.

После окончания сезона обработки зернового материала использовавшиеся для очистки решета рекомендуется снять с установки, очистить от остатков зернового материала и хранить в сухом месте.

3.2 Конструкторские расчеты пневмомеханического сепаратора

3.2.1 Расчет конструктивных параметров вентилятора

При расчете необходимо использовать рекомендации, установленные практикой проектирования и эксплуатации сельскохозяйственных вентиляторов (стр.148) [17]:

$$\frac{B_z}{D_2} = 1...1,5; \quad \frac{S}{D_2} = 0,4...0,6; \quad \frac{B_z}{S} = 3...4; \quad \frac{D_z}{D_2} = 0,65...0,8; \quad \frac{D_1}{D_2} = 0,25...0,35; \quad \text{число}$$

лопастей $z=4...6$; $b=(0,36...0,37)D_2$; форма кожуха - спиральная; лопасти – плоские радиальные с отогнутыми концами на $\alpha=30^\circ$.

					Лист
					8
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	

ВКР.35.03.06.000.20. ПС3.00.00.00.ПЗ

Диаметр входного отверстия определяется по формуле (3.85) стр.148 [17]:

$$D_o = 2,57 \sqrt{\frac{\xi \lambda_o Q}{\mu_o (1 - \varphi) n}}, \quad (3.1)$$

где D_o – диаметр входного отверстия, мм;

ξ – коэффициент использования входного отверстия (из таблицы 3.16 [17], $\xi=0,55$);

$$\lambda_o = \frac{D_o}{D_1} = \frac{0,65 \dots 0,8}{0,35 \dots 0,5} = 1,3 \dots 2,3. \text{ Принимаем } \lambda_o = 1,75;$$

Q – расход воздуха, м³/с;

μ_o – коэффициент поджатия потока (из таблицы 3.16 [17], $\mu_o=1,0$);

φ – коэффициент предварительного закручивания потока (из таблицы 3.16 [17], $\varphi=0,42$);

n – число оборотов вентилятора, мин.

Зная, что $Q=0,966$ м³/с; $n=1000$ мин, найдем

$$D_o = 2,57 \sqrt{\frac{0,55 \cdot 1,75 \cdot 0,966}{1,0(1 - 0,42)1000}} = 0,2494 \text{ м; Принимаем } D_o = 315 \text{ мм.}$$

Остальные находим из соотношений:

$$D_2 = \frac{D_o}{0,65 \dots 0,8} = \frac{315}{0,65 \dots 0,8} = 500 \dots 394 \text{ мм, принимаем } D_2 = 500 \text{ мм;}$$

$$D_1 = D_2(0,20 \dots 0,35) = 500(0,35 \dots 0,5) = 175 \dots 250 \text{ мм, принимаем } D_1 = 175 \text{ мм;}$$

$$v = (0,36 \dots 0,37) D_2 = (0,36 \dots 0,37) \cdot 500 = 180 \dots 185 \text{ мм, принимаем } v = 180 \text{ мм;}$$

$$B_x = (1,35 \dots 1,5) v = (1,35 \dots 1,5) 180 = 240 \dots 270 \text{ мм, принимаем } B_x = 240 \text{ мм.}$$

					ВКР.35.03.06.000.20. ПС3.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		9

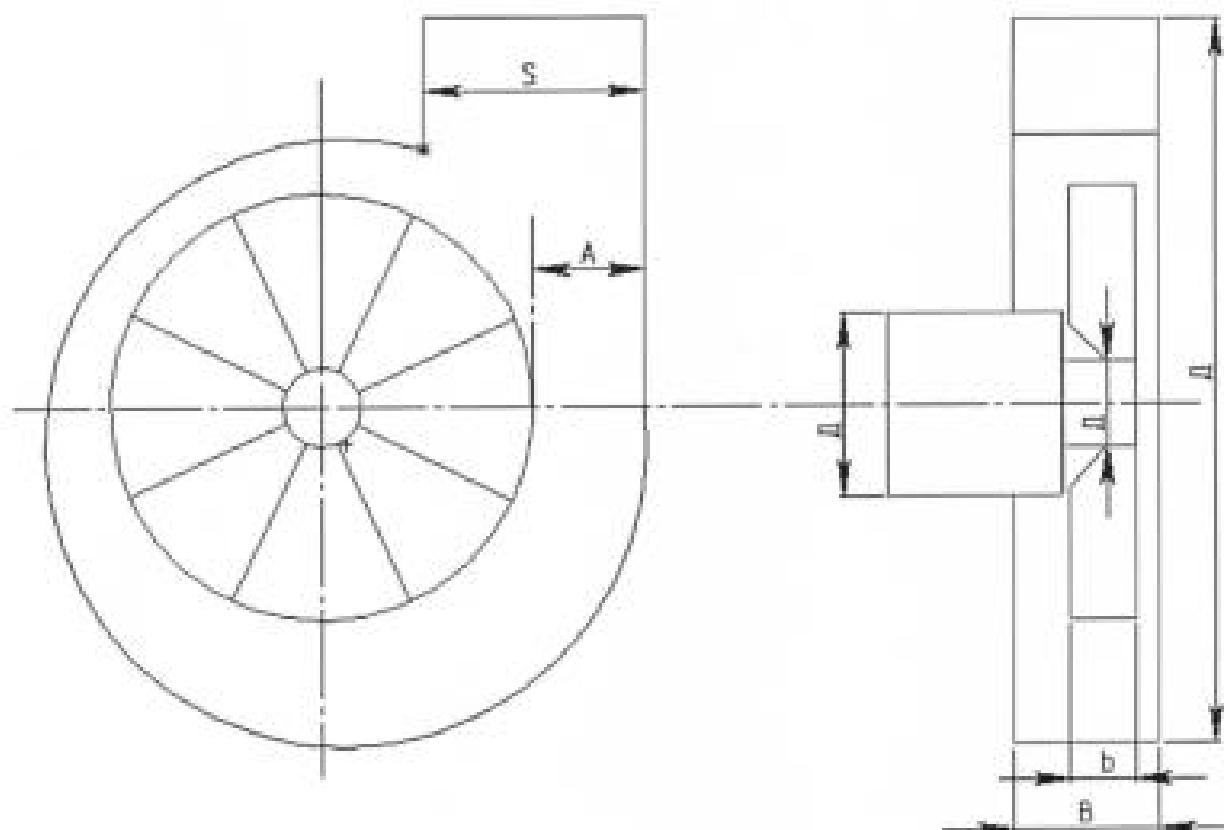


Рисунок 3.3 – Схема вентилятора

Это позволяет оптимизировать конструкцию пневмомеханического сепаратора

3.2.2 Расчет установочной мощности и подбор электродвигателя

Сначала определяем мощность, потребляемую вентилятором по формуле (5.19) стр.220 [5]:

$$N = \frac{P_m Q}{1000 \eta}, \quad (3.2)$$

где N – мощность, потребляемая вентилятором, кВт;

P_m – сопротивление пневмосистемы, Па;

Q – расход воздуха, м³/с;

η – КПД.

Зная, что $P_m=880$ Па; $Q=0,966$ м³/с; $\eta=0,3 \dots 0,6$. Найдем

$$N = \frac{880 \cdot 0,966}{1000 \cdot 0,5} = 1,82 \text{ кВт.}$$

В зависимости от способа соединения вентилятора с двигателем учитывают дополнительные потери мощности на передачу, и с учетом запаса определяют расчетную мощность по формуле (5.20) стр.220 [5]:

$$N_p = K_s N, \quad (3.3)$$

где N_p – расчетная мощность, кВт;

K_s – коэффициент запаса (из таблицы (5.3) [5], $K_s=1,05 \dots 1,2$),

$$N_p = 1,2 \cdot 1,82 = 2,2 \text{ кВт.}$$

После определения расчетной мощности подбираем соответствующий электродвигатель, у которого установочная мощность на валу будет ближайшей большей в сравнении с расчетной.

Выбираем электродвигатель серии 4А, тип электродвигателя 80А6, $N=2,2$ кВт.

3.2.3 Прочностной расчет решета

Определение нагрузок на конструкцию

Исходные данные:

$$l = 1250 \text{ см;}$$

$$b = 500 \text{ см;}$$

$$h = 80 \text{ см.}$$

Объем решет определяется по формуле:

$$V = lbh, \quad (3.4)$$

где V – объем решет, см^3 ;

l – длина решет, см;

b – ширина решет, см;

h – высота решет, см.

					ВКР.35.03.06.000.20. ПС3.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		11

Найдем

$$V=125\cdot8\cdot50=50000 \text{ см}^3.$$

Плотность пшеницы $\gamma=1,2\dots1,5 \text{ г/см}^3$. Принимаем $\gamma=1,5 \text{ г/см}^3$.

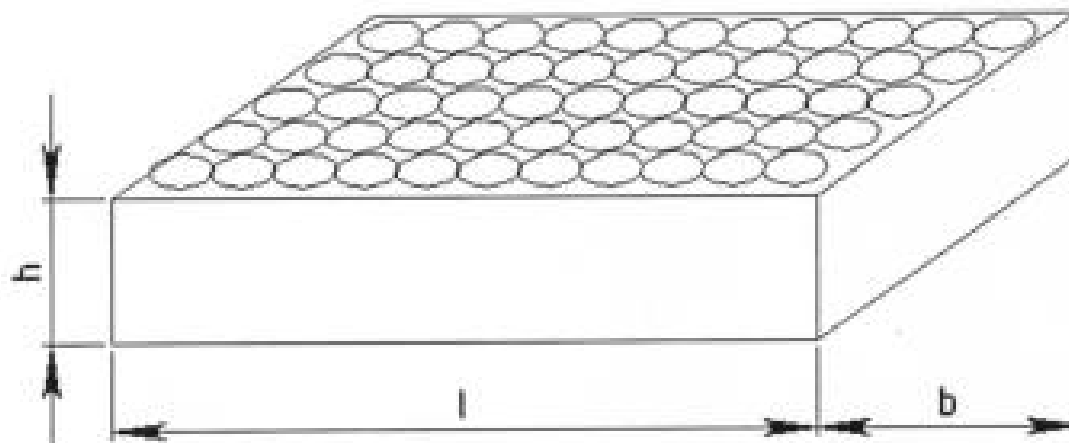


Рисунок 3.4 – Схема решета

Определим массу зерна по следующей формуле:

$$m=V\gamma, \quad (3.5)$$

где m – масса зерна, кг;

V – объем решет, см^3 ;

γ – плотность пшеницы, г/см^3 .

$$m=50000\cdot1,5=75000 \text{ г}=75 \text{ кг}.$$

При условии заполнения зерном двух решет общая нагрузка на установку составит:

$$P=2P_1=2mg, \quad (3.6)$$

где P – общая нагрузка на установку, Н;

m – масса зерна, кг;

g – ускорение свободного падения, м/с^2 .

Зная $m=75 \text{ кг}$; $g=9,81 \text{ м/с}^2$, найдем

$$P=2\cdot75\cdot9,81=1472\approx1500 \text{ Н}.$$

3.2.4 Прочностной расчет рамы

Если от общей нагрузки на установку подсчитать размеры уголка на растяжение, то получим (2.3) стр.29 [8]:

$$F \geq \frac{P}{[\sigma]}, \quad (3.7)$$

где F – площадь уголка, мм;

P – давление, МПа;

$[\sigma]$ – допускаемое напряжение при растяжении (по таблице 2.8 из [8], $[\sigma]=100$ МПа – для Ст. 3).

Отсюда получаем, что

$$F \geq \frac{1500}{100} \geq 15 \text{ мм}^2.$$

Поэтому при расчете на прочность основных элементов рамы установки и решет получаются очень малые размеры поперечных сечений этих элементов. Тогда критерии выбора площади поперечных сечений элементов является обеспечение жесткости конструкции при ее работе.

3.3 Безопасность жизнедеятельности при эксплуатации пневмомеханического сепаратора

3.3.1 Требования безопасности к пневмомеханическому сепаратору

Для безопасной работы гравитационного сепаратора необходимо соблюдать следующие меры:

- 1 сепаратор устанавливают на фундамент в закрытом месте или на площадке;
- 2 расстояние установки от стен 1,5 м, от окон 1,5-2 м, от другого оборудования 1 м;

					ВКР.35.03.06.000.20. ПС3.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		13

- 3 помещение, где находится сепаратор должно быть светлым, а в холодное время – теплым и иметь громозащиту;
- 4 установка должна быть укомплектована набором исправного инструмента и приспособлений с соответствии с заводской инструкцией;
- 5 сепаратор заземляется с сопротивлением не более 10 Ом;
- 6 все вращающиеся части установки должны иметь защитные кожухи;
- 7 установка должна быть обеспечена средствами пожаротушения;
- 8 перед пуском установки необходимо установку и оборудование очистить от мусора;
- 9 приемный бункер должен быть закрыт предохранительной решеткой.

Расчет защитного заземления гравитационного сепаратора. Наиболее распространенной и надежной мерой защиты людей от поражения электрическим током является защитное заземление - преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Главное назначение заземления – понизить потенциал на корпусе электропотребителя до безопасной величины.

Заземляющее устройство состоит из заземлителя и соединительной полосы. В качестве искусственных заземлителей используют стальные трубы длиной 2...3 м. Сопротивление заземлителей определяется расчетным путем или непосредственным измерением на месте.

Сопротивление растекания тока R_c (Ом) одиночного строженого заземлителя определяется по формуле (3.19) стр.186 [10]:

$$R_c = 0,366 \frac{\rho}{l} \left(\lg \frac{2l}{d} + 0,51 \lg \frac{4h+l}{4h-l} \right), \quad (3.8)$$

где R_c – сопротивление заземлителя, Ом;

ρ - удельное сопротивление грунта, Ом·см;

l, d – длина и диаметр заземлителя, см;

h – глубина заложения трубы, см.

Зная, что $\rho=10^4$ Ом·см, $l=300$ см, $d=10$ см, $h=300$ см.

					<i>ВКР.35.03.06.000.20. ПС3.00.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		14

Находим

$$R_s = 0,366 \frac{10^4}{300} \left(\lg \frac{2 \cdot 300}{10} + 0,5 \lg \frac{4 \cdot 300 + 300}{4 \cdot 300 - 300} \right) = 29,5 \text{ Ом.}$$

Необходимое число заземлителей n определяется по формуле (3.20) стр.187 [10]:

$$n = \frac{R_s K_c}{R_n \eta_s}, \quad (3.9)$$

где n – число заземлителей;

K_c – коэффициент сезонности;

R_n – нормативное сопротивление заземления, Ом;

η_s – коэффициент использования заземлителей.

Зная, что $K_c=1,2$; $R_c=10$ Ом; $\eta_s=0,88$.

Найдем

$$n = \frac{29,5 \cdot 1,2}{10 \cdot 0,88} = 4.$$

Число заземлителей для электрозащиты сепаратора равно 4.

3.3.2 Инструкция по безопасности труда оператора при работе на сепараторе

Общие требования

- 1 К работе допускаются лица не моложе 18 лет. Они обязаны пройти инструктаж по технике безопасности, изучить устройство и правила эксплуатации установки.
- 2 Опасными и вредными факторами являются: подвижные части установки, электрический ток, недостаточная освещенность, пыль и грязь.
- 3 Особенности: Курение разрешается только в специально отведенном и оборудованном месте.

					ВКР.35.03.06.000.20. ПС3.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		15

Требования безопасности труда по окончании работы

- 18 По окончании работы установка должна быть отключена от электросети.
- 19 Не допускать накопления пыли, зерновых остатков и другого мусора в рабочем помещении, для этого надо проводить периодическую очистку помещения не менее двух раз в смену.
- 20 Оператор после рабочей смены должен выполнить санитарно-гигиенические требования (принять душ).

Ответственность за нарушение требований безопасности труда

- 21 Оператор при нарушении требований безопасности труда несет следующие виды ответственности: дисциплинарную, уголовную или материальную.

Предлагаемые мероприятия по безопасности жизнедеятельности позволяют:

- улучшить условия труда у десяти рабочих, в том числе у одной женщины;
- повысить производительность труда на 12%;
- снизить травматизм на 5%.

3.3.3 Правила использования сепаратора при чрезвычайных ситуациях

При организации мер по гражданской обороне, также необходимо разработать и включить в план меры по ликвидации последствий применения оружия массового поражения или химических веществ. В связи с этим предлагается переоборудовать гравитационный сепаратор в дезактивирующую установку для дезактивации зерна. Для чего в помещение устанавливается емкость с дезактивирующей жидкостью на высоте трех метров от пола.

					<i>ВКР.35.03.06.000.20. ПС3.00.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		47

- Санитарные нормы и правила защиты населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи периодического тока промышленной частоты. – М.: МЗ СССР, 1984.

- Инструкция о порядке расследования, соглашения экспертизы воздухоохраняемых мероприятий и выдачи в атмосферу по проектируемым решениям (ОНД-1-84). – М.: Гидрометеониздат, 1984.

При соблюдении этих ГОСТов экологическая обстановка на рабочем месте зернотока существенно улучшится.

3.4 Техничко-экономическая оценка пневмомеханического сепаратора

Базой для сравнения и технико-экономических показателей устанавливается машина для предварительной очистки МПО-50 (с индексом 0). Так как производительность разрабатываемой установки меньше базовой мы устанавливаем два гравитационных сепаратора ПСЗ-25 (с индексом 1), и поэтому расчет будет проводиться сразу для двух машин.

Расчет балансовой стоимости конструкции.

Балансовая стоимость новой конструкции определяется по формуле (2) стр.7 [15]:

$$C'_e = \frac{C^0_e G^1 x}{G^0}, \quad (3.10)$$

где C'_e , C^0_e - балансовая стоимость новой и базовой конструкции, руб.;

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

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

$$C'_e = \frac{176000 \cdot 560 \cdot 0,95}{1041} = 90000 \text{ руб.}$$

									Лист
									19
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.000.20. ПСЗ.00.00.00.ПЗ				

K_2 – коэффициент, учитывающий изменение производительности машины в зависимости от влажности и засоренности семян (по таблице 27 из [18]);

τ – коэффициент использования времени смены на чистую работу агрегата.

Найдем

$$W_s^0 = 50 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 32 \text{ т/ч};$$

$$W_s^1 = 25 \cdot 1,0 \cdot 0,88 \cdot 0,9 = 19,8 \text{ т/ч}.$$

Энергоемкость процесса рассчитывается по формуле (8) стр.9 [15]:

$$\mathcal{E}_e = \frac{N}{W_s}, \quad (3.12)$$

где $\mathcal{E}_e$ – энергоемкость процесса, кВт·ч/т;

N – потребляемая конструкцией мощность, кВт.

$$\mathcal{E}_e^0 = \frac{7,5}{32} = 0,23 \text{ кВт·ч/т};$$

$$\mathcal{E}_e^1 = \frac{4,4}{39,6} = 0,11 \text{ кВт·ч/т}.$$

Металлоемкость процесса определяется по формуле (9) стр.9 [15]:

$$M_e = \frac{G}{W_s T_{год} T_{ср}}, \quad (3.13)$$

где M_e – металлоемкость процесса, кг/т;

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

$T_{ср}$ – срок службы машины, лет.

$$M_e^0 = \frac{1041}{32 \cdot 400 \cdot 5} = 0,016 \text{ кг/т};$$

$$M_e^1 = \frac{560}{39,6 \cdot 400 \cdot 5} = 0,007 \text{ кг/т}.$$

					Лист
					21
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	

ВКР.35.03.06.000.20. ПС3.00.00.00.ПЗ

Фондоемкость процесса рассчитывается по формуле (10) стр.9 [15]:

$$F_e = \frac{C_e}{W_e T_{обс}}, \quad (3.14)$$

где F_e – фондоемкость процесса, руб./т.

$$F_e^0 = \frac{176}{32 \cdot 400} = 13,8 \text{ руб./т}; \quad F_e^1 = \frac{90}{39,6 \cdot 400} = 5,7 \text{ руб./т}.$$

Трудовоемкость процесса определяется по формуле (11) стр.10 [15]:

$$T_e = \frac{n_{обс}}{W_e}, \quad (3.15)$$

где T_e – трудовоемкость процесса, чел.·ч/т;

$n_{обс}$ – количество обслуживающего персонала, чел.

$$T_e^0 = \frac{1}{32} = 0,031 \text{ чел. ч/т}; \quad T_e^1 = \frac{1}{39,6} = 0,025 \text{ чел. ч/т}.$$

Себестоимость работы, выполняемой с помощью спроектированной конструкции и в базовой, находят из выражения (12) стр.10 [15]:

$$S_{эск} = C_m + C_e + C_{рем} + A, \quad (3.16)$$

где $S_{эск}$ – себестоимость работы, руб./т;

C_m – затраты на оплату труда, руб./т;

C_e – затраты на электроэнергию, руб./т;

$C_{рем}$ – затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб./т;

A – затраты на амортизацию, руб./т.

Затраты на оплату труда определяются по формуле (13) стр.10 [15]:

$$C_m = z T_e K_d K_{см} K_{ам} K_{соц}, \quad (3.17)$$

где z – часовая тарифная ставка рабочих, руб./час.;

					<i>ВКР.35.03.06.000.20. ПС3.00.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		22

$K_{\text{д}}, K_{\text{ст}}, K_{\text{от}}, K_{\text{ср}}$ – коэффициенты дополнительной оплаты, оплаты за стаж, оплаты отпусков и начислений по социальному страхованию.

$$C_{\text{м}}^0 = 5,66 \cdot 0,031 \cdot 1,5 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,28 = 0,41 \text{ руб./м};$$

$$C_{\text{м}}^1 = 5,66 \cdot 0,025 \cdot 1,5 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,28 = 0,33 \text{ руб./м}.$$

Затраты на электроэнергию определяются по формуле (14) стр.10 [15]:

$$C_{\text{э}} = U_{\text{э}} \cdot \mathcal{E}_{\text{э}}, \quad (3.18)$$

где $U_{\text{э}}$ – отпускная цена электроэнергии, руб./кВт·ч.

$$C_{\text{э}}^0 = 0,75 \cdot 0,23 = 0,17 \text{ руб./м};$$

$$C_{\text{э}}^1 = 0,75 \cdot 0,11 = 0,08 \text{ руб./м}.$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяют по формуле (15) стр.10 [15]:

$$C_{\text{рв}} = \frac{C_{\text{г}} H_{\text{рв}}}{100 W_{\text{г}} T_{\text{год}}}, \quad (3.19)$$

где $H_{\text{рв}}$ – норма затрат на ремонт и техобслуживание, %.

$$C_{\text{рв}}^0 = \frac{176000 \cdot 23}{100 \cdot 32 \cdot 400} = 3,16 \text{ руб./м};$$

$$C_{\text{рв}}^1 = \frac{90000 \cdot 23}{100 \cdot 39,6 \cdot 400} = 1,31 \text{ руб./м}.$$

Затраты на амортизацию рассчитывают по формуле (16) стр.10 [15]:

$$A = \frac{C_{\text{г}} a}{100 W_{\text{г}} T_{\text{год}}}, \quad (3.20)$$

где a – норма амортизации, %.

$$A^0 = \frac{176000 \cdot 20}{100 \cdot 32 \cdot 400} = 2,75 \text{ руб./м};$$

$$A^1 = \frac{90000 \cdot 20}{100 \cdot 39,6 \cdot 400} = 1,14 \text{ руб./м}.$$

$$S_{\text{мск}}^0 = 0,41 + 0,17 + 3,16 + 2,75 = 6,5 \text{ руб./м};$$

$$S_{\text{мск}}^1 = 0,33 + 0,08 + 1,31 + 1,14 = 2,9 \text{ руб./м};$$

Уровень приведенных затрат на работу конструкции определяют по формуле (17) стр.11 [15]:

$$C_{\text{пр}} = S_{\text{мск}} + E_{\text{н}} K_{\text{уд}}, \quad (3.21)$$

					Лист
					23
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	

ВКР.35.03.06.000.20. ПС3.00.00.00.ПЗ

где $C_{кр}$ – уровень приведенных затрат на работу конструкции, руб./т;

E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, равный 0,10;

$K_{уд}$ – удельные капитальные вложения, руб./т.

$$C_{кр}^0 = 6,5 + 0,10 \cdot 13,8 = 7,9 \text{ руб./т.}$$

$$C_{кр}^1 = 2,9 + 0,10 \cdot 5,7 = 3,5 \text{ руб./т.}$$

Годовая экономия определяется по формуле (18) стр.11 [15]:

$$\mathcal{E}_{год} = (S_{год}^0 - S_{год}^1) W_n^1 T_{год}^1, \quad (3.22)$$

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

$$\mathcal{E}_{год} = (6,5 - 2,9) \cdot 39,6 \cdot 400 = 6969 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле (19) стр.11 [15]:

$$E_{год} = \mathcal{E}_{год} - E_n \left(\frac{K^1}{W_n^1 \cdot T_{год}^1} - \frac{K^0}{W_n^0 \cdot T_{год}^0} \right) W_n^1 T_{год}^1, \quad (3.23)$$

где K^1 , K^0 – капитальные вложения новой и базовой, руб./т.

$$E_{год} = 6969 - 0,10 \left(\frac{5,7}{39,6 \cdot 400} - \frac{13,8}{32 \cdot 400} \right) 39,6 \cdot 400 = 69697,1 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяется по формуле (20) стр.11 [15]:

$$T_{ок} = \frac{K}{\mathcal{E}_{год}}, \quad (3.24)$$

где $T_{ок}$ – срок окупаемости дополнительных вложений, лет.

$$T_{ок} = \frac{90000}{69697,1} = 1,3 \text{ лет.}$$

Коэффициент эффективности дополнительных вложений определяется по формуле (21) стр.11 [15]:

$$E_{эф} = \frac{1}{T_{ок}}, \quad (3.25)$$

где $E_{эф}$ – коэффициент эффективности дополнительных вложений.

$$E_{эф} = \frac{1}{1,3} = 0,8.$$

					ВКР.35.03.06.000.20. ПС3.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		24

Результаты расчетов сводятся в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

Наименование показателей	Варианты		Проектируемые в % к базовому
	базовый	проектируемые	
Часовая производительность, т/ч	32	39,6	123,8
Фондоемкость процесса, руб./т	13,8	5,7	41,3
Энергоемкость процесса, кВт·ч/т	0,23	0,11	47,8
Металлоемкость процесса, кг/т	0,016	0,007	43,8
Трудоемкость процесса, чел·ч/т	0,031	0,025	80,6
Уровень эксплуатационных затрат, руб./т	6,5	2,9	44,6
Уровень приведенных затрат, руб./т	7,9	3,5	44,3
Годовая экономия, тыс.руб.	-	69,7	-
Годовой экономический эффект, тыс.руб.	-	69,7	-
Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, лет	-	1,3	-
Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений	-	0,8	-

Анализируя показатели таблицы 3.2 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 0,15. Также из таблицы видно, что металлоемкость конструкции меньше сравниваемой на 43,8 %, энергоемкость меньше на 47,8%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная технология послеуборочной обработки зерна отличается от существующей технологии тем, что на первой стадии обработки производят очистку зернового вороха от сорных примесей на сепараторе пневмомеханического типа.

Эта технология может быть осуществлена как на старых, так и на новых зерноочистительных агрегатах типа ЗАВ и зерноочистительно-сушильных комплексах типа КЗС путем их реконструкции.

Предлагаемая технологическая схема зерноочистительно-сушильного комплекса КЗС-25Ш получена путем замены в существующей линии машины МПО-50 на сепаратор пневмомеханического типа. Изменения просты и могут быть выполнены в любом хозяйстве. Однако результаты их существенны. Они позволяют увеличить производительность сушки и повысить качество сушки за счет обработки зернового материала без сорных примесей; снизить металлоемкость, затраты труда и электроэнергии на единицу обработанной продукции.

Предлагаемый зерноочистительно-сушильный комплекс КЗС-25Ш по сравнению с существующим позволяет применить машины конструктивно более простые и потому более доступные для обслуживающего персонала, что является залогом для более производительной и продолжительной их эксплуатации и более качественной обработки материала.

В дипломном проекте были разработаны конструкция, отвечающая требованиям ЕСКД и технология, позволяющая максимально эффективно использовать разработку в производстве. Были произведены все технологические и конструктивные расчеты, подтверждающие работоспособность изделия. А так же рассмотрено состояние вопросов безопасности жизнедеятельности, пожарной безопасности и экологии и разработаны мероприятия по их улучшению.

Сепараторы пневмомеханического типа, имеют простую конструкцию, высокую производительность и технологическую эффективность могут широко внедряться в технологические линии зерноочистительно-сушильных комплексов сельскохозяйственных предприятий.

Предварительная очистка, проведенная на предлагаемых сепараторах, позволит увеличить срок хранения зернового материал, снизить энергозатраты при сушке, обеспечит необходимые условия для проведения последующих этапов очистки и обработки зерна, так как выделяет из зерновой массы наиболее влажные ее компоненты – мелкие и легкие примеси, что снижает общую влажность зерна, повышает ее сыпучесть, воздухопроницаемость и предотвращает образование очагов самосогревания.

По технико-экономическим расчетам срок окупаемости данных установок 1,3 года, соответственно коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений равен 0,8, что показывает экономическую целесообразность их приобретения и применения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сычугов Н.П., Исупов В.И. Механизация послеуборочной обработки зерна и семян трав. - Киров; НИИСХ Северо-востока, 2003. - 367с.
2. Еров Ю.В., Хадеев Т.Г. Система семеноводства зерновых культур. - Казань; ЦИТ, 2005. - 327с.
3. Мудров А.Г. Текстовые документы: Учебно-справочное пособие. - Казань; РИЦ "Школа", 2004. - 144с.
4. Листопад Г.Е. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. - Москва; Агропромиздат, 1986. - 688с.
5. Бурков А.И., Сычугов Н.П. Зерноочистительные машины. - Киров; НИИСХ Северо-востока, 2000. - 261с.
6. Халанский В.М., Горбачев И.В. Сельскохозяйственные машины. - Москва; Колос, 2003. - 624с.
7. Бодрдинов А.З. Послеуборочная обработка зерна и семян. - Казань; ИКУ, 2001. - 82с.
8. Беляев Н.М. Сопротивление материалов. - Москва; Наука, 1976. - 608с.
9. Канарев Ф.М., Пережогин М.А. Охрана труда. - Москва; Колос, 1982. - 351с.
10. Банников А.Г., Вакулин А.А. Основы экологии и охрана окружающей среды. - Москва; Колос, 1999. - 304с.
11. Клецкин М.И. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин. - Москва; Машиностроение, 1967. - 830с.
12. Кожуховский И.Е. Зерноочистительные машины. - Москва; Машиностроение, 1965. - 220с.
13. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов на факультете механизации сельского хозяйства. - Казань; КГСХА, 1997. - 52с.

14. Семяочистительная машина вторичной очистки: Техническое описание и руководство по эксплуатации. 2004. - 15с.

15. Дипломное проектирование; методические указания по специальности - механизация сельского хозяйства. - Казань; КГСХА, 2004. - 33с.

16. Хробостов С.Н. Эксплуатация машинно-тракторного парка. - Москва; Колос, 2003. - 624с.

17. Турбин Б.Г. Вентиляторы сельскохозяйственных машин. - Л; Машиностроение, 1986. - 160с.

18. Нуруллин Э.Г. Новые технологии и машины для послеуборочной обработки зерна. Учебное пособие. – Казань: Казанский ГАУ, 2016. – 96 с.

19. Нуруллин Э.Г. и др. Рекомендации по строительству и реконструкции зерно- и семяочистительных сушильных комплексов. – Казань: МСХ и ПРТ, 2015. – 92 с.

Формат	Дата	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
Документация						
A1			ПСЗ.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
A4			ПСЗ.00.00.ПЗ	Пояснительная записка		
Сборочные единицы						
		1	ПСЗ.01.00.00	Поддон	1	
		2	ПСЗ.02.00.00	Решето нижнее	1	
A2		3	ПСЗ.03.00.00	Решето верхнее	1	
		4	ПСЗ.04.00.00	Балка верхняя	1	
		5	ПСЗ.05.00.00	Балка нижняя	1	
		6	ПСЗ.06.00.00	Короб	1	
		7	ПСЗ.07.00.00	Бункер	1	
		8	ПСЗ.08.00.00	Рама	1	
A2		9	ПСЗ.09.00.00	Вентилятор	1	
Детали						
A4		12	ПСЗ.00.00.01	Втулка	1	
A4		13	ПСЗ.00.00.02	Крышка	1	
A4		14	ПСЗ.00.00.03	Лопатка	2	
A4		15	ПСЗ.00.00.04	Опора	2	
A4		16	ПСЗ.00.00.05	Палец	2	
A4		17	ПСЗ.00.00.06	Стенка	1	
A3		18	ПСЗ.00.00.07	Кожух	1	
ВКР.35.03.06.0191.20. ПСЗ.00.00.00 Пневмомеханический сепаратор зерна Лит 4 Лист 1 Листов 2 Казанский ГАУ каф. МОА, гр. 252-01						

Формат		Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
Лист примен					Стандартные изделия		
					Болт ГОСТ 7798-70		
			19		M12x50	4	
			20		M12x25	6	
			21		Винт M12x20 ГОСТ 77475-72	4	
			22		Гайка M12 ГОСТ 5915-70	14	
					Шайба ГОСТ 6402-70		
			23		6.65Г	14	
			24		12.65Г	14	
					ГОСТ 9649-66		
Станд №			25		2.16	14	
			26		2.12	14	
					Шпилька ГОСТ 397-66		
			27		2x26	14	
			28		1.5x20	14	
Подп и дата							
Взам инд №							
Подп и дата							
Инв № подл							

ВКР.35.03.06.0191.20. ПС3.00.00.00

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата
Разраб	Юнусов	2.03.20		
Проф	Нуруллин	06.20		
Исполн	Нуруллин	06.20		
Утв	Халиуллин			

Пневмомеханический
сепаратор зерна

Лит	Лист	Листов
У	2	2

Казанский ГАУ
каф. МОА, гр. 252-01

Копирован

Формат А4

Лист		Формат	Экз.	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Лист 1								
Лист 2						Документация		
Лист 3								
Лист 4		A2			ПС.03.00.СБ	Сборочный чертеж	1	
Лист 5								
Лист 6						Детали		
Лист 7								
Лист 8			1		ПС.03.01.00	Секция верхнего решета	6	
Лист 9						Стандартные изделия		
Лист 10								
Лист 11			2			Уголок	2	
Лист 12			3			Профиль	1	
Лист 13			4			Винт М5х16.56		
Лист 14						ГОСТ 17475-72	14	
Лист 15			5			Гайка М5 ГОСТ 5915-70	14	
Лист 16			6			Шайба 5.65Г		
Лист 17						ГОСТ 6402-70	14	
Лист 18								
Лист 19								
Лист 20								
Лист 21								
Лист 22								
Лист 23								
Лист 24								
Лист 25								
Лист 26								
Лист 27								
Лист 28								
Лист 29								
Лист 30								
Лист 31								
Лист 32								
Лист 33								
Лист 34								
Лист 35								
Лист 36								
Лист 37								
Лист 38								
Лист 39								
Лист 40								
Лист 41								
Лист 42								
Лист 43								
Лист 44								
Лист 45								
Лист 46								
Лист 47								
Лист 48								
Лист 49								
Лист 50								
Лист 51								
Лист 52								
Лист 53								
Лист 54								
Лист 55								
Лист 56								
Лист 57								
Лист 58								
Лист 59								
Лист 60								
Лист 61								
Лист 62								
Лист 63								
Лист 64								
Лист 65								
Лист 66								
Лист 67								
Лист 68								
Лист 69								
Лист 70								
Лист 71								
Лист 72								
Лист 73								
Лист 74								
Лист 75								
Лист 76								
Лист 77								
Лист 78								
Лист 79								
Лист 80								
Лист 81								
Лист 82								
Лист 83								
Лист 84								
Лист 85								
Лист 86								
Лист 87								
Лист 88								
Лист 89								
Лист 90								
Лист 91								
Лист 92								
Лист 93								
Лист 94								
Лист 95								
Лист 96								
Лист 97								
Лист 98								
Лист 99								
Лист 100								

ВКР.35.03.06.191.20. ПС.03.00.00

Решето верхнее

Копирован

Лист 1 Лист 2 Лист 3

1

Казанский ГАУ

каф. МОА, гр. 252-01

Формат А4

[illegible]



СПРАВКА о результатах проверки текстового документа на наличие заимствований

Проверка выполнена в системе
Антиплагиат.ВУЗ

Автор работы	Юнусов Артур Радикович
Подразделение	кафедра машин и оборудования в агробизнесе
Тип работы	Выпускная квалификационная работа
Название работы	Совершенствование послеуборочной обработки зерна с разработкой конструкции пневмомеханического сепаратора
Название файла	Совершенствование послеуборочной обработки зерна с разработкой конструкции пневмомеханического сепаратора.doc
Процент заимствования	23.96 %
Процент самоцитирования	0.00 %
Процент цитирования	4.96 %
Процент оригинальности	71.08 %
Дата проверки	20:54:16 15 июня 2020г.
Модули поиска	Модуль выделения библиографических записей; Сводная коллекция ЭБС; Коллекция РГБ; Цитирование; Модуль поиска Интернет; Модуль поиска перефразирований Интернет; Модуль поиска общепотребительных выражений

Работу проверил: Нуруллин Эльмас Габбасович

ФИО проверяющего

Дата подписи

Подпись проверяющего

Чтобы убедиться
в подлинности справки,
используйте QR-код, который
содержит ссылку на отчет.



Ответ на вопрос, является ли обнаруженное заимствование
корректным, система оставляет на усмотрение проверяющего.
Предоставленная информация не подлежит использованию
в коммерческих целях.