

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет»  
Аграрно-технологический институт

**Отчет**  
**по производственной практике: научно-исследовательской работе 2**

(полное наименование в соответствии с учебным планом)

Фамилия, имя, отчество \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ обучающегося \_\_\_ курса направление подготовки/специальность

\_\_\_\_\_ направленность (профиль) программы/ специализация

\_\_\_\_\_ формы обучения

Йошкар-Ола 2023 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ПОИСК И ИЗУЧЕНИЕ ЛИТЕРАТУРЫ ПО ТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	4
2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ АКТУАЛЬНОСТИ ТЕМЫ ВЫБРАННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ.....	11
3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ РАЗРАБОТАНОСТИ (ИЗУЧЕННОСТИ) ПРОБЛЕМЫ ВЫБРАННОЙ ТЕМЕ.....	13
4. ФОРМИРОВАНИЕ ЦЕЛИ, ЗАДАЧ, ОБЪЕКТА И ПРЕДМЕТА ИССЛЕДОВАНИЯ.....	15
5. ОБОБЩЕНИЕ И СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ВЕДУЩИХ НАУЧНЫХ ШКОЛ ПО ИССЛЕДУЕМОЙ ПРОБЛЕМАТИКЕ.	16
5.1. Теоретический подход исследования.....	16
5.2. Методический подход исследования.....	23
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	32

## **ВВЕДЕНИЕ**

**Место прохождения практики** - ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет»

**Сроки прохождения** - с «29» ноября 2022 г. по «26» декабря 2022 г.

**Целью прохождения практики** – является исследование и поиск научных работ, которые позволят улучшить оборудования для просева муки.

**К задачам практики относятся:**

1. Провести исследование объекта и предмета для просеивателя;
2. Проанализировать аналоги просеивателей;
3. Улучшить исследуемый просеиватель.

## **1. ФОРМИРОВАНИЕ ЦЕЛИ, ЗАДАЧ, ОБЪЕКТА И ПРЕДМЕТА ИССЛЕДОВАНИЯ**

**Цель исследования** - повышение эффективности просеивание продукта за счет использования неподвижного листа, который исключит перетерания примесей.

На основе поставленной цели сформулированы следующие **задачи исследований**:

1. Рассмотреть различные конструкции просеивателей;
2. Разработать модернизацию просеивателя МПМ-800М.
3. Произвести расчеты модернизированного оборудования.

**Объект исследования** - процесс просеивание муки в просеивающем барабане.

**Предмет исследования** - закономерности процесса просеивания продукта в просеивающем барабане.

## 2. АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ СОВРЕМЕННЫХ ПРОСЕИВАТЕЛЕЙ

Просеиватель А1-КСБ (рис. 1) в настоящий момент используется в деятельности промышленных предприятий в целях организации просеивания сыпучих пищевых продуктов (соли, гречневой крупы, пшеничной муки, лущеного гороха и др.).

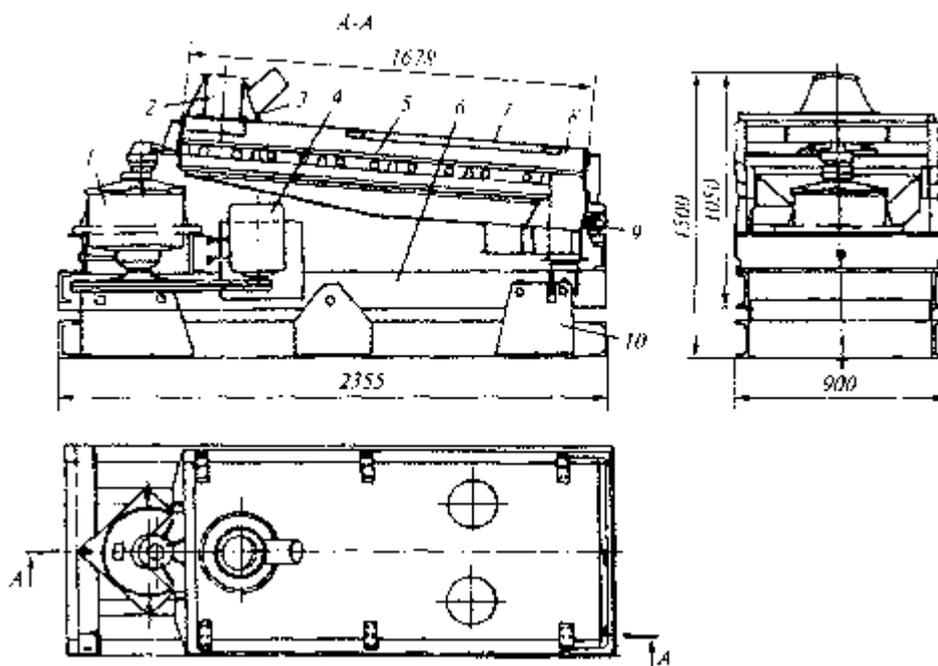


Рисунок 1. Просеиватель А1-КСБ

Основными конструктивными элементами просеивателя являются: приемный бункер 2, станина 10, рама б, ситовой корпус 5, эксцентриковый колебатель 1, сменные рамки 8 с набором решет для просеивания разных продуктов, электропривод 4, тяга 9, приспособление для загрузки бумажных мешков с продуктом и двух сменных крышек: крышки 3 с решеткой для приема скомкивавшейся соли в бумажных мешках и крышки 7 для приема продукта на машину самотеком.

Материалом для изготовления станины 10 и рамы б в составе сварной конструкции является стальной прокат. Также для изготовления корпуса сита используется сборная сварная конструкция, материалом также является стальной прокат, когда устанавливается один ярус сит.

Для того чтобы обеспечить очистку сит используются специально предназначенные для этого шарики из резинового материала. Рамки сита могут быть вставлены и вынуты через верхнюю часть решетного корпуса, при этом далее обеспечиваться их зажим при помощи крышки 7 или 3, на условиях использования откидных зажимов.

Корпус всегда имеет три точки опоры, а также в процессе своего функционирования совершает сложное движение. При этом передняя часть корпуса базируется на валу эксцентрикового колебателя, тогда как хвостовой отдел базируется на 2 плавающих опорах скольжения.

Отдел корпуса совершает круговое поступательное движение, тогда как хвостовой отдел совершает возвратно-поступательное движение (это обеспечивается за счёт тяги 9, которая создает условия, чтобы удерживать хвостовой отсек от поперечного смещения).

Эксцентриковый колебатель (рис. 2) снабжен балансиром, который имеет сменные грузы, они необходимы, чтобы уравнивать корпус в процессе работы агрегата с разными эксцентриситетами и частотами колебаний. Основными элементами колебателя являются следующие: корпус 3, вал 2, шкив 1, балансир 5, подшипники 4, крышка 6 и эксцентрик 7.

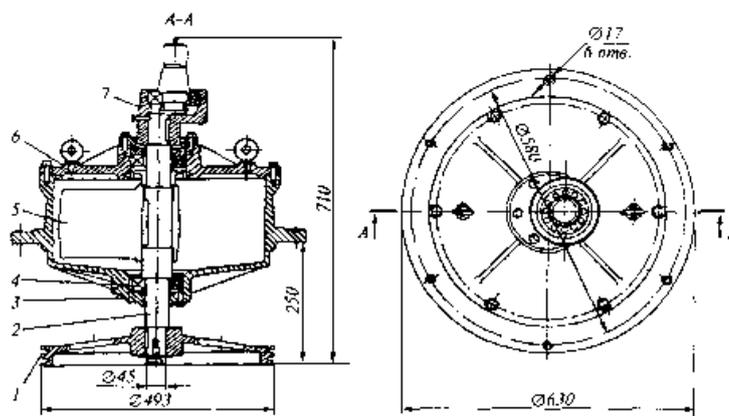


Рисунок 2. Эксцентриковый колебатель привода просеивателя А1-КСБ

Осуществляется подача исходного сырья на сито, здесь реализуется разделения его на две фракции: сход и проход, вывод этих фракций

осуществляется из полости агрегата отдельными путями, для этого применяются выводные патрубки, которые присутствуют в поддоне корпуса сита. Для того чтобы осуществить процедуру обеспыливания в процессе организации работы с сухими сыпучими продуктами, в крышке б корпуса сита присутствует патрубок, который необходим для того, чтобы подсоединить машину к аспирационной сети. Для того чтобы определить наиболее рациональные режимы работы агрегата, когда исходным сырьем являются различные виды продуктов по эксцентриситету и частоте колебаний ситового корпуса в границах интервала технической характеристики данная установка он также сопровождается комплектующими, в виде набора сменных шкивов 1 к электродвигателю и эксцентрики к колебателю.

Для того чтобы реализовать процедуру растаривания бумажных мешков агрегат имеет специальный опрокидывающий стол, а также имеется специальная крышка с решеткой, которая необходима для того, чтобы обеспечивать приём бумажных мешков с продуктом, которые были предварительно разрезанный ручным способом на столе.

Техническая характеристика просеивателя А1-КСБ показана на таблице 1.

Таблица 1. Техническая характеристика просеивателя А1-КСБ

Показатели	Значение
Производительность, т/ч	1,0
Частота колебаний ситового кузова, с <sup>-1</sup>	3,3...4,0
Амплитуда колебаний ситового кузова, мм	25, 30, 35
Угол наклона сит, град	4,5
Расход воздуха на аспирацию, м <sup>3</sup> /с	0,125
Мощность электродвигателя, кВт	1,5
Габаритные размеры, мм	2355x1100x1600
Масса, кг	900

Просеивающие машины типа АТ-БПК (рис. 3) используется для того, чтобы осуществлять контрольную просеивание муки и выделить из неё случайно попавшие посторонние примеси

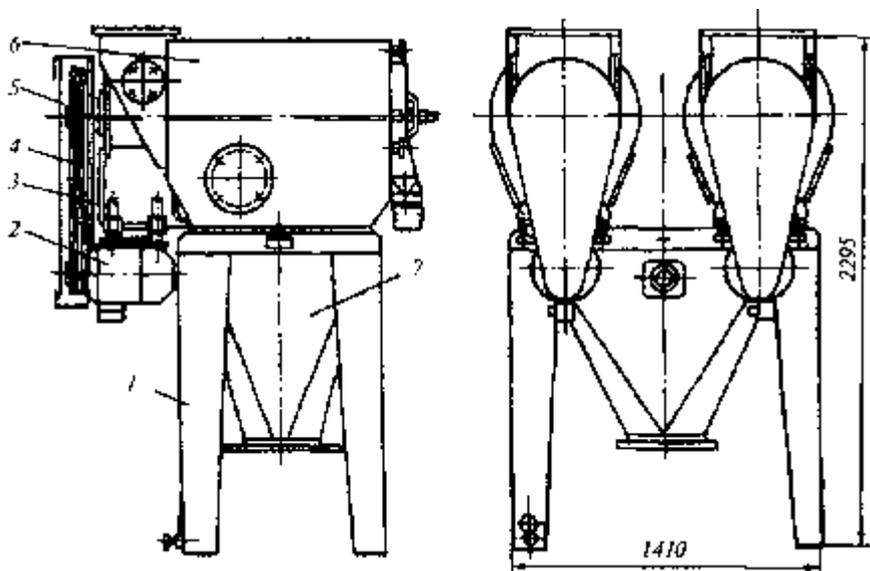


Рисунок 3. Просеивающая машина А1-БПК

Просеивающий агрегат А1-БПК - это блочная конструкция, конструктивными компонентами которой при ЭТОМ ЯВЛЯЮТСЯ детали: станина 1, два просеивателя 6, два привода 2, бункер 7, два ограждающих устройства 5

Материалом для изготовления станины является листовая сталь 6 мм. Основными элементами данной детали является основание прямоугольной корытообразной формы, а также 4 опорные стойки, для их изготовления использовался уголковоый гнутый профиль. Основание станины имеет 2 окна для вывода очищенного продукта, имеется ещё одно окно, которое необходимо, чтобы присоединить его к системе аспирации, также к основанию смонтированы 2 просеивателя, имеющие индивидуальные электроприводы.

Элементами привода каждого отдельного просеивателя является электродвигатель, клиноременная передача, натяжное устройство. Привод размещается на стороне, где размещаются приемные патрубки. Монтаж

электродвигателя и натяжного устройства на кронштейне 3 приемного патрубка просеивателя.

Бункер принимает продукт после очистки, выполнен из листовой стали, толщина которой составляет не менее. Также оснащен двумя фланцами. Цель использования первого верхнего фланца - присоединять к фланцу шлюзового питателя. Элементами ограждающего устройства клиноременной передачи являются ограждение и опора. Ограждение имеет замкнутую по контурную стальную обечайку, и к ней приварена стенка из ситового пробивного полотна. Материалом для изготовления опоры 4 также являются листовая сталь 2 мм. Она закрепляется на просеивателе, для этого используется 4 шпильки и гайки.

Техническая характеристика просеивателя А1-БПК показана на таблице 2.

Таблица 2. Техническая характеристика просеивателя А1-БПК

Показатели	Значение
Производительность, т/ч	36
Размеры ситового цилиндра, мм:	
диаметр	400
длина	900
Рабочая поверхность сит, м <sup>2</sup>	2,26
Частота вращения вала бичевого ротора, с <sup>-1</sup>	95
Расход воздуха на аспирацию, м <sup>3</sup> /мин	16
Мощность электродвигателя, кВт	2x5,5
Габаритные размеры, мм	1550x1430x 2295
Масса, кг	700

Каждый просеиватель (рис. 4) включает сварной корпус 1, и внутри него ситовой цилиндр 6 диаметром 400 мм, длиной 900 мм. Цилиндр 6 выполнен из ситового полотна с пробивными отверстиями 4...6 мм. В полости цилиндра на двух подшипниковых опорах качения, которые при этом закрепляются в торцевых стенках приемного 2 и выпускного 5 патрубков, обеспечивается вращение ротора 4, он имеет два пластинчатых бича 6 мм.

фланец чтобы присоединять питающее устройство, также оснащен двумя смотровыми окнами. В целях его крепления к корпусу используются болты

Мука равномерно подается в полость ситового цилиндра просеивателя, в этих целях используется установленный приемный патрубок. Продольные бичи и очистители находящегося в состоянии вращения ротора обеспечивают захват муки и в дальнейшем отбрасывают ее на поверхность ситового цилиндра. После того как мука будет просеяна, она через сито в станине попадает в бункер-сборник, после чего вывод из сборника осуществляется через шлюзовый питатель аэрозольтранспорта. Если по каким-то причинам в муку попадают посторонние примеси, которые идут сходом с ситового цилиндра, их вынод обеспечивается за счёт выпускного патрубка просеивателя, а также происходит их накопление специально предназначенные для этого тары. Уровень эффективности при отделении посторонних примесей на сегодняшний день установился на отметке 100%.

В работе агрегата под нагрузкой наиболее пристальное внимание не обходимо обращать на то, чтобы равномерно подавать продукт в машину, нельзя допускать перегруз, также нужно отслеживать эффективность просеивания, следить за тем, чтобы отсутствовали посторонние шумы, оперативно и чётко срабатывали сигнализаторы уровня муки в бункере-сборнике.

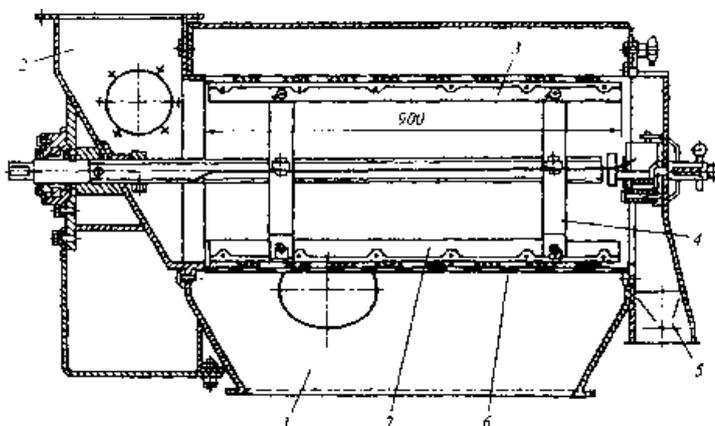


Рисунок 4. Просеиватель центробежный

Агрегат может функционировать со сбойми. В случае, когда при выделении примесей отмечается наличие в их составе муки, требуется снизить объём направляемого на просеивание сырья, также целесообразны поджатие шёток или их замена. Нет оснований для отключения агрегата если имеет место ситуация подпора сырья, требуется регулировка сигнализатора уровня. По причине значительного износа ситового цилиндра и возникновения отверстий, посторонние примеси могут попадать в проходное сырьё, таким образом требуется замена данной детали. При пробуксовке ремней привода и остановки ротора необходима подтяжка ремней. Если корпус не регривается, нужно смазать подшипник.

Просеивающая машина А1-БП12-К (рис. 5) используется для контрольного просеивания для выделения из сырья грубых и посторонних примесей и для подработки мучных сметок.

Машина имеет просеиватель 1, четыре стойки 3, привод 5 и ограждение 2. По конструкции просеиватель аналогичен просеивателю машины А1-БПК. Бункер 4 изготовлен из листовой стали той 2 мм и имеет два фланца (верхний подсоединяют к самотечной трубе).

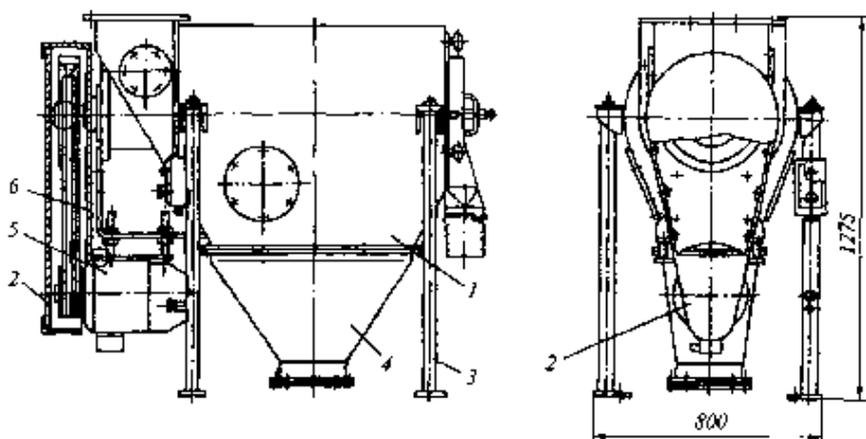


Рисунок 5. Просеивающая машина А1-БП2-К

Для изготовления стоек используется труба 54 мм. Труба сварена с пятой 100 мм и толщиной 10 мм, в ней также присутствует отверстие 14 мм

для крепления машины к полу. С другой стороны, в трубу вварена втулка, которая имеет резьбовое отверстие, для того чтобы прикрепить стойку к корпусу. Используются аналогичные приводы бичевого ротора и ограждения машин А1-БП2-К и А1-БПК . Материал для изготовления опоры 6 листовая сталь 2 мм. Она закрепляется на просеивателе на 4 шпильки и гайки.

Основные этапы технологического процесса в агрегатах А1-БПК. Равномерный поток муки подается в полость ситового цилиндра просеивателя через приемный патрубок. Продольными бичами и очистителями вращающегося ротора обеспечивается захват потока муки, после чего она отбрасывается на поверхность ситового цилиндра. Проходя через окно в станине поток муки и направляются в бункер-сборник, а затем выводится из него через шлюзовую питатель аэрозольтранспорта.

Если в поток муки попадают посторонние примеси, которые могут попасть в него сходом с ситового цилиндра, они в дальнейшем выводятся через выпускной патрубок просеивателя и после этого накапливаются в специальной таре.

В случае настройки агрегата типа А1-БПК на холостом ходу необходимо проверить направление и частоту вращения ротора; уровень натяжения приводных ремней; затяжку резьбовых соединений; наличие и качество смазки в подшипниковых узлах ротора и электродвигателя; ситовый цилиндр; положение очистителей и бичей.

В процессе эксплуатации агрегата под нагрузкой, необходимо отслеживать насколько равномерно направляется сырьё в него, для того чтобы исключить возможность перегрузки агрегатов, попадание муки в отходы. Также необходимо контролировать то, насколько точно срабатывает сигнализатор уровня муки в бункере-сборнике.

Техническая характеристика просеивателя А1-БП2-К продемонстрирована на таблице 3.

Таблица 3. Техническая характеристика просеивателя А1-БП2-К

Показатель	Значение
Производительность, т/ч	8...10
Размеры ситового цилиндра, мм:	
диаметр	400
длина	900
Частота вращения вала бичевого ротора, с <sup>-1</sup>	95
Расход воздуха на аспирацию, м <sup>3</sup> /мин	7
Мощность электродвигателя, кВт	5,5
Габаритные размеры, мм	1550x800x x1275
Масса, кг	340

Двухъярусный просеиватель А1-БКГ-1 (рис. 6) используется чтобы разделять сортируемый продукт на 3 фракции: сорные примеси, крупу и дробленые частицы с мукой.

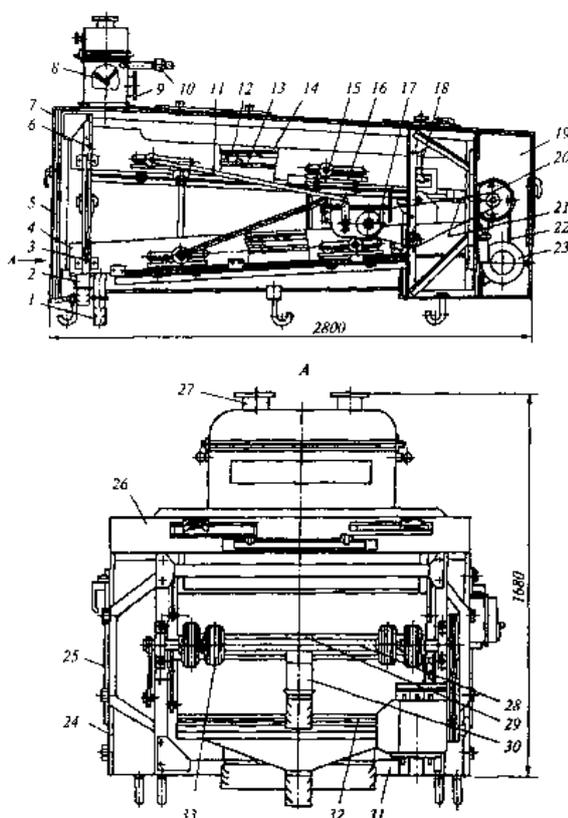


Рисунок 6. Двухъярусный просеиватель А1-БКГ-1

Элементы станины агрегата: две боковины 3, скрепленные 4 перемычками 31. К станине на подвесках 18 крепят деревянные ситовые кузова: верхний 6 и нижний 4. В каждом ситовом кузове размещены три сменные ситовые рамы 14 с пробивными ситами и металлическим поддоном 32. Верхний кузов снабжен патрубком 30 для вывода схода (крупной примеси) и лотком 29 для подачи проходowego продукта (крупы, дробленка и мучка) на нижний кузов. Он имеет патрубок 2 для вывода схода (крупы) и патрубок 1 для прохода (дробленки и мучки). Ситовые кузова через эксцентрики 33 и тяги 21 получают возвратно-поступательное движение от главного вала 28, приводимого в движение электродвигателем 23 через клиноременную передачу 22.

Очистка сита производится за счет щеточного механизма. Так, его основными конструктивными элементами являются такие виды деталей, как: рама 13 с шестью щетками 12 и кривошипно-шатунного механизма 11. его привод в движение происходит от главного вала при помощи клиноременной передачи 20 и двухступенчатого цилиндрического редуктора 17. щеточные рамы передвигаются на роликах 15 по направляющим 16, закрепленным на боковинах станины.

Крупы подаётся через приемные патрубки питателя, там она накапливается на грузовом клапане, из-за чего происходит её распределение по всей ширине клапана, а затем она падает на сито верхнего кузова. Находясь в состоянии движения, происходит просеивание крупы сквозь отверстия сита, затем она падает на поддон, а крупные сорные примеси идут ходом и через выпускной патрубок обеспечивается их вывод из машины. Затем проход через выпускной лоток попадает на сито нижнего кузова. Здесь обеспечивается вывод крупы через патрубок наружу. Дробленка и мучка проходят сквозь отверстия в сите и затем следуют по поддону в выходной патрубок.

В процессе настройки машины обеспечивается регулирование угла наклона кузовов, затем нужно подбирать необходимый размер отверстий сит,

обеспечить регулирование высоты щеток и сыпи продукта. Угол на клон ситовых кузовов может быть отрегулирован путем изменения длины подвесок, в этих целях используются гайки. Чтобы изменить высоту щёток необходимо поднять или опустить направляющие. В процессе постепенного изнашивания щеток направляющие перемещаются вверх.

Техническая характеристика просеивателя А1-БКГ-1 показана на таблице 4.

Таблица 4. Техническая характеристика просеивателя А1-БКГ-1

Показатель	А1-БКГ-1
Производительность, т/ч	1,5...2,5
Рабочая поверхность сит, м <sup>3</sup>	3,2
Расход воздуха на аспирацию, м <sup>3</sup> /мин	1,2
Мощность электродвигателя, кВт	U
Габаритные размеры, мм	2800x1625x x1680
Масса, кг	750

Просеиватель-бурат ПБ-1,5 (рис. 7) используется в целях просеивания и очистки от примесей муки, сахара и других сыпучих компонентов.

Его основными элементами являются: станина 7. привод 2, корпус 3. внутри него установлен пятигранный барабан 4. два магнитных аппарата 5. верхний питательный 6 и нижний разгрузочный 7 шнеки.

Алгоритм работы данного механизма.

Продукт через приемный патрубок направляется на верхний питательный шнек 6, затем обеспечивается подача им продукта внутрь вращающегося пятигранного ситового барабана 4. По мере прохождения сквозь сита барабана и затем между двумя магнитными аппаратами 5. продукт по ступает в нижний разгрузочный шнек 7, в результате чего обеспечивает доставку продукта к выгрузочному отверстию.

Техническая характеристика просеивателя-бурата ПБ-1,5 показана на таблице 5.

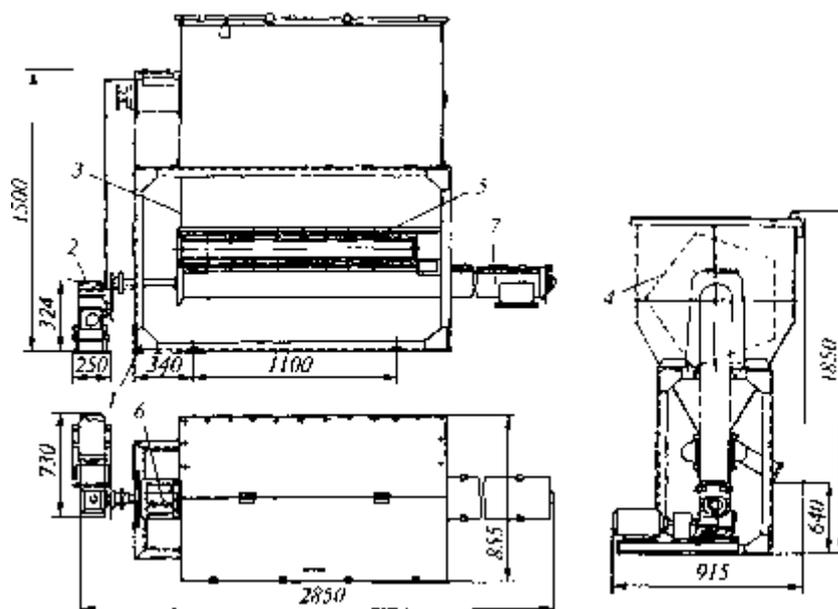


Рисунок 7. Просеиватель-бурат ПБ-1,5

Таблица 5. Техническая характеристика просеивателя-бурата ПБ-1,5

Показатель	Значение
Производительность, т/ч	1,5...3,0
Рабочая поверхность сит, м <sup>2</sup>	1,5
Частота вращения вала бичевого ротора, с <sup>-1</sup>	3,7...6,3
Мощность электродвигателя, кВт	1,0
Габаритные размеры, мм	2900x856x x1810
Масса, кг	561

### **3. УЛУЧШЕНИЕ ИССЛЕДУЕМОГО ПРОСЕИВАТЕЛЯ**

#### **3.1 Обоснование необходимости модернизации просеивателя**

Производству ржаного хлеба операция по просеиванию муки осуществляется агрегатом МПМ-800М на условиях при влечения центробежных сил. Основными элементами рассматриваемого аппарата являются такие детали, приемный бункер, подающий вертикальный шнек, в его верхней части закреплён просеивающий барабан, и ситовая обечайка, которая монтируется в просеивающем барабане.

В настоящий момент центробежный просеиватель, который используется в деятельности анализируемого предприятия, при его эксплуатации обеспечивает сосредоточение примесей, которые не прошли сито внутри следующего барабана, и для того чтобы удалить их из установки они ручным способом удаляются из него в процессе останова агрегата, таким образом, можно отметить, что в силу необходимости данной операции, непрерывность технологического цикла нарушается. Также нужно отметить, что в просеивателе МПМ-800М посторонние примеси в результате их перетирания могут попасть в готовый продукт, и по этой причине качественные характеристики готового продукта падают, более того в результате неравномерной подачи сырья на тестомесильную машину возникают явления непромеса теста. Для того чтобы полностью исключить возможность перетирания и наиболее качественно удалить примеси из сырья, к рассматриваемому центробежному просеивателю в верхней части ситового барабана неподвижно закреплён лист, в котором имеется отверстие, предназначенное для обеспечения вывода посторонних примесей, а сам по себе шнек барабана жестко закреплён на диске.

Центробежный просеиватель (рис. 8) включает в себя основные конструктивные элементы, среди которых нужно указать на такие детали,

как: станина 1, приемный бункер 2, ворошитель 3 и подающий вертикальный шнек 4, монтаж которого осуществлен в полости корпуса 5.

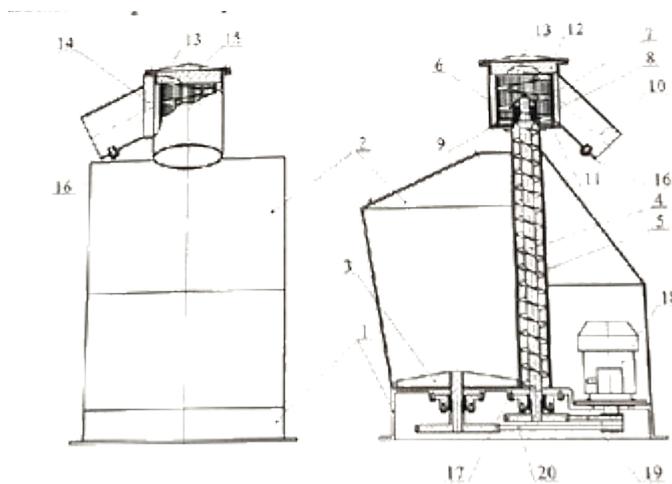


Рисунок 8. Общий вид предлагаемого просеивателя

1 - станина; 2 - приемный бункер; 3 - ворошитель; 4 - шнек подающий; 5 - корпус, 6 - барабан просеивающий, 7 - шнек; 8 - ситовая обечайка; 9 - лопатки; 10 - наклонный патрубок; 11 - горловина; 12 - диск; 13 - отверстие; 14 - сборник; 15 - крышка; 16 - магнит; 17 - канат; 18 - электро двигатель; 19, 20 - клиноременные передачи

Верхняя часть подающего вертикального шнека используется для за крепления на ней просеивающего барабана б, на котором вертикально уста навливается шнеком 7. Нижняя часть барабана 6 используется для монтажа ситовой обечайки 8 и укрепления лопаток 9, для того чтобы подавать про дукт в наклонный патрубок 10 через горловину 11.

На верхней части просеивающего барабана 6 неподвижно закрепляется диск 12 с отверстием 13, чтобы выводить посторонние примеси, шнек 7 барабана закрепляется на диске 12. Просеивающий барабан 6 также оснащен сборником 14, чтобы в нём сосредотачивались посторонние примеси, и имеет крышку 15.

Наклонный патрубок 10 используется для установки в нем системы постоянных магнитов 16, чтобы очищать просеиваемые продукты от различных видов металлических примесей.

Приемный бункер 2 меняется с корпусом шнека 4 каналом 17, который закрыт сверху при помощи съемных пластин, они при этом могут иметь разную толщину примерно 2-6 мм.

Привод центробежного просеивателя осуществляется электродвигателем 18 через клиноременную передачу 19 и 20. Для того чтобы обеспечить натяжение клиноременной передачи 19 используется натяжной элемент, который включает в себя ползун и систему винт-гайка.

Принцип работы центробежного просеивателя.

Продукт засыпается в приемный бункер 2, в бункере в нижней части обеспечивается захват продуктам ворошителем 3 после чего он направляется по каналу 17, он сверху закрыт съемной пластиной, вертикальному шнеку 4, там обеспечивается транспортировкой его в просеивающий барабан 6.

Попадая в просеивающий барабан продукт поступательно проходит через ситовую обечайку 8, в результате чего обеспечивается его очистка от различных видов посторонних примесей, а затем он подгребается лопатками 9 к горловине 11. В наклонном патрубке 10 продукт при помощи системы постоянных магнитов 16 проходит этап очистки от металлопримесей и его направляют на следующий этап переработки.

Примеси, которые были сосредоточены в ситовой обечайке 8, затем прижимаются к её внутренней поверхности и находясь в состоянии совместного с ней вращения, подаются на шнек 7, происходит их движение по спирали вверх и через отверстия 13 в диске 12 выводятся в сборник 14. из которого они после могут быть удалены. Цикл может быть повторен.

В рамках настоящего исследования предлагается доработанный вариант центробежного просеивателя, конструкция которого, если сравнивать его с уже эксплуатируемым агрегатом, является одновременно простой и работоспособной, вариант агрегата полностью исключает

возможность перетирания посторонних включений, могут находиться в просеиваемом продукте, также обеспечивается максимальное качество удаления посторонних примесей из продукта.

### 3.2 Энергетический и кинематический расчеты

В контексте достижения целей настоящего исследования нам потребуется принять ряд исходных данных, для того чтобы в дальнейшем на их основании произвести расчетные процедуры в целях определения привода валов просеивателя: уровень мощности, который необходимо обеспечить для осуществления функционирования агрегата,  $N_B = 0,98$  кВт, параметры частоты вращения шнека  $n_{B1} = 250$  об/мин; параметры частоты вращения во рошителя  $n_{B2} = 187,5$  об/мин; работа в одну смену; валы примем установленными на подшипниках качения. Для наглядности кинематическая схема привода графическим образом продемонстрирована на рис. 9.

Так, примем предварительно, что показатель КПД клиноременных передач составляет  $\eta_1 = \eta_2 = 0,95$ ; к-т потерь пары подшипников качения, примем как установившиеся на отметке  $\eta_3 = 0,99$

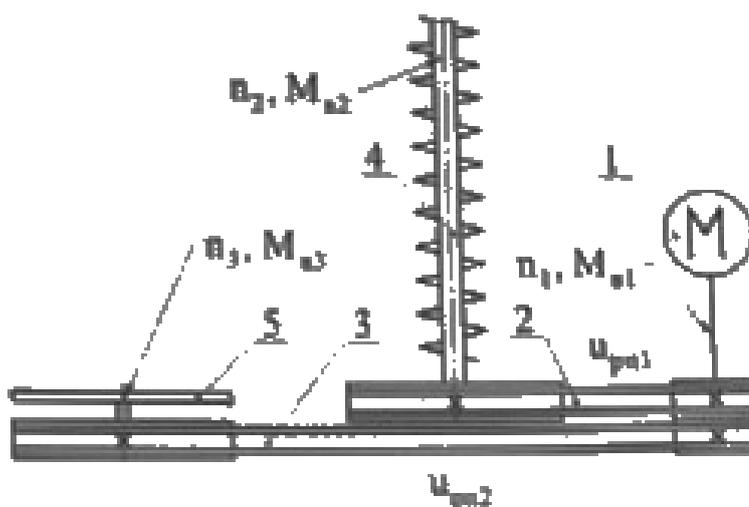


Рисунок 9 - Кинематическая схема привода валов просеивателя  
1 -электродвигатель; 2. 3 - клиноременные передачи; 4 - шнек; 5 -  
ворошитель.

Для того чтобы определить общий показатель КПД привода, нам по-требуется воспользоваться формулой, которая представлена ниже:

$$\eta_{\square} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3^2 = 0,95 \cdot 0,95 \cdot 0,99^2 = 0,89 \quad (1)$$

Также потребуется рассчитать необходимый показатель мощности электродвигателя, в этих целях воспользуемся выражением, которое также продемонстрировано далее:

$$P_{mp} = \frac{N_{\epsilon}}{\eta} = \frac{0,98}{0,89} = 1,1 \text{ кВт} \quad (2)$$

Также осуществляем подбор на основе необходимой мощности в соответствии с нормативными положениями ГОСТ 19532-74 трёхфазного асинхронного короткозамкнутого электродвигателя 4490ДИ8, основные характеристики которого представлены следующими показателями  $P_{дв} = 1,1$  кВт и  $n_{дв} = 750$  об/мин.

Также нам необходимо наметить частные передаточные числа для ременных передач, в этих целях определим их следующим образом:

$$u_{pn1} = \frac{n_{\text{дв}}}{n_{\epsilon1}} = \frac{750}{250} = 3, \quad u_{pn2} = \frac{n_{\text{дв}}}{n_{\epsilon2}} = \frac{750}{187,5} = 4 \quad (3)$$

На этом основании мы можем сделать вывод о том, что значения частот вращения валов будут составлять:

$$n_1 = n_{\text{дв}} = 750 \text{ об/мин} \quad (4)$$

$$n_2 = \frac{n_1}{u_{pn1}} = \frac{750}{3} = 250 \text{ об/мин} \quad (5)$$

$$n_2 = \frac{n_1}{u_{pn2}} = \frac{750}{4} = 187,5 \text{ об/мин} \quad (6)$$

В результате мы получили данные, необходимые для расчёта значений вращающихся моментов на каждом валу привода, схема расчёта также представлена далее:

$$M_{\epsilon1} = \frac{P_{mp}}{\omega} = \frac{30 \cdot P_{mp}}{\pi \cdot n_1} = \frac{30 \cdot 1,1 \cdot 10^3}{\pi \cdot 750} = 14 \text{ Н·м} \quad (8)$$

$$M_{e2} = M_{e1} \cdot u_{pn} = 14 \cdot 3 = 42 \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (9)$$

$$M_{e3} = M_{e1} \cdot u_p = 14 \cdot 4 = 56 \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (10)$$

### 3.3 Проектный и проверочный расчеты ременной передачи

На этом основании осуществим подбор с условием, что  $M_{e1} = 14 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ,  $u_{pn} = 3$ ,  $n_1 = 750 \text{ об/мин}$  и  $n_2 = 250 \text{ об/мин}$  значение сечения ремня типа А с площадью поперечного сечения  $F = 81 \text{ мм}^2$ .

Также примем решение о том, чтобы установить стандартный диаметр ведущего шкива по ГОСТ 1284-68, который будет составлять  $D_1 = 60 \text{ мм}$

Так, значение диаметра ведомого шкива, принимая во внимание относительное скольжение  $\varepsilon = 0,015$  будет, можно рассчитать, воспользовавшись для этого формулой описанной ниже:

$$D_2 = u_{pn} \cdot D_1 (1 - \varepsilon) = 3 \cdot 60 (1 - 0,015) = 177,3 \text{ мм} \quad (11)$$

На этом основании примем в соответствии с ГОСТ 1284-68,  $D = 180 \text{ мм}$ .

Также внесем уточнения в передаточное отношение, принимая во внимание показатели относительного скольжения:

$$u_{ps} = \frac{D_2}{D_1 (1 - \varepsilon)} = \frac{180}{60 (1 - 0,015)} = 3,05 \quad (12)$$

Повторим расчётные мероприятия, для того чтобы ещё раз определить значение частоты вращения ведомого вала, в этих целях воспользуемся выражением, которое представлено ниже:

$$n_2 = \frac{n_1}{u_{ps}} = \frac{750}{3,05} = 24 \text{ об/мин} \quad (13)$$

Таким образом, мы можем определить расхождение, которое имеет место между перечисленным значением частоты вращения со значением, которое нами проектируется, в этих целях нужно подставить полученные значения в следующие выражения:

$$\Delta n = \frac{246 - 250}{246} \cdot 100\% = 1.6\% \leq [3\%]$$

На этом основании примем, что  $D_1 = 60$  мм;  $D_2 = 180$  мм

Произведем расчет значения межосевого расстояния в интервале с условием, что высота поперечного сечения ремня  $h = 8$  мм, при этом нам потребуется применить формулы, которые продемонстрированы ниже:

$$a_{min} = 0,55(D_1 + D_2) + h = 0,55(60 + 180) + 8 = 140 \text{ мм} \quad (14)$$

$$a_{max} = 2(D_1 + D_2) + h = 2(60 + 180) + 8 = 480 \text{ мм} \quad (15)$$

Пример решение о том, чтобы использовать максимально приближенное к среднему значению  $a = 200$  мм

Для того чтобы определить значение расчетной длины ремня, нам необходимо применить следующее выражение:

$$L_p = 2a + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4a} = 2 \cdot 200 + \frac{\pi}{2}(60 + 180) + \frac{(180 - 60)^2}{4 \cdot 200} = 794,8 \text{ мм} \quad (16)$$

Таким образом, ближайшая длина клинового ремня в соответствии с требованиями, которые предусмотрены в нормативных положениях ГОСТ 1284-68  $L_p = 800$  мм.

Так воспользуемся формулой, которая описана ниже, для того чтобы определить значение среднего диаметра шкива, расчет представлен далее:

$$D_{cp} = 0,5(D_1 + D_2) = 0,5(60 + 180) = 120 \text{ мм} \quad (17)$$

Также нам нужно произвести расчётные мероприятия, для того чтобы установить значение межосевого расстояния, принимая при этом во внимание стандартную длину ремня, в этих целях применим формулу, чье описание представлено ниже:

$$a = 0.25 \left[ L - \pi D_{cp} + \sqrt{(L - \pi D_{cp})^2 - 2(D_2 - D_1)^2} \right] = 0.25 \left[ 800 - \pi 120 + \sqrt{(800 - \pi 120)^2 - 2(180 - 60)^2} \right] \quad (18)$$

мм

Далее представлена формула, которая необходима для того, чтобы произвести расчётные мероприятия, нацеленные на установление угла охвата плеча меньшего шкива:

$$\alpha = 180^\circ - 60 \frac{D_2 - D_1}{a} = 180^\circ - 60 \frac{180 - 60}{210} = 145,7^\circ \quad (19)$$

В результате мы получаем возможность определить значение скорости ремня, для этого применим следующее выражение:

$$v = 0,5 D_1 \omega_1 = 0,5 \cdot 60 \cdot 10^{-3} \cdot 188,4 = 5,7 \text{ м/с} \quad (20)$$

Определим значение окружного усилия, передачу которого обеспечивает один клиновой ремень, в этих целях обратимся к следующему выражению:  $P_0 = 210 \text{ Н}$

Для того чтобы определить значение коэффициента угла обхвата нам потребуется воспользоваться формулой, которая описана далее:

$$C_a = 1 - 0,003(180 - \alpha) = 1 - 0,003(180 - 145) = 0,89 \quad (21)$$

Для расчета значения коэффициента, который обеспечивает влияния длины ремня, применим выражение:

$$C_L = 0,3 \frac{L}{L_0} + 0,7 = 1 \quad (22)$$

$$\text{т.к. } L = L_0 = 800 \text{ мм}$$

Примем значение коэффициента режим работы, учитывая также за данные условия на отметке в  $C_p = 1$ .

Произведем необходимые расчеты, для того чтобы определить значение допускаемого окружного усилия на один ремень и в этих целях нам по требуется применить следующую формулу:

$$[P] = p_0 \cdot C_a \cdot C_L \cdot C_p = 210 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 = 190 \text{ Н} \quad (23)$$

Произведём расчет, для того чтобы установить значение окружного усилия, в этих целях нам потребуется применить следующее выражение:

$$P = \frac{N}{v} = \frac{1,1 \cdot 10^3}{5,7} = 192,9 \text{ Н} \quad (24)$$

Также произведем расчётные мероприятия, для того чтобы вычислить расчетное количество ремней, в этих целях воспользуемся следующей формулой:

$$z = \frac{P}{[P]} = \frac{192,9}{190} \approx 1 \quad (25)$$

На этом основании примем решение о том, что  $z = 1$ .

Произведем расчётные мероприятия, для того чтобы вычислить усилие временной передачи, в этих целях примем напряжение от предварительного натяжения, расчёт продемонстрирован ниже  $\sigma_0 = 1,6 \text{ Н / мм}^2$ .

В контексте достижения целей настоящего исследования, нам необходимо определить значение предварительного натяжения каждой ветви ремня с условием, что площадь его сечения составит  $F = 81 \text{ мм}^2$  и в этих целях нам потребуется применить формулу, которая описана далее в работе:

$$F_0 = \sigma_0 \cdot S = 1.6 \cdot 81 = 129,6 \text{ Н} \quad (26)$$

Произведём расчёт значения рабочего натяжения ведущей ветви, для этого нам необходимо применить следующее выражение:

$$S_1 = F_0 + \frac{P}{2 \cdot z} = 129.6 + \frac{192.9}{2 \cdot 1} = 226.05 \text{ Н} \quad (27)$$

Также осуществим расчёт значения рабочего натяжения ведомой ветви, для этого нам необходимо воспользоваться следующим выражением:

$$S_2 = F_0 - \frac{P}{2 \cdot z} = 129.6 - \frac{192.9}{2 \cdot 1} = 33.15 \text{ Н} \quad (28)$$

В результате отметим, что усилие на валы составит, таким образом:

$$Q = 2 \cdot F_0 \cdot z \cdot \sin \frac{\alpha}{2} = 2 \cdot 129.6 \cdot 1 \cdot \sin 72^\circ = 246,5 \text{ Н} \quad (29)$$

Таким образом, значение ширины шкива с одним клиновым ремнем и сечением А составит на основании всех произведенных выше расчетов  $b_{\text{шк}} = 20 \text{ мм}$

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе написания научной исследовательской работы я выяснил следующие:

1. Рассмотрели современные конструкции просеивающих аппаратов

2. В результате модернизации простеющего барабана центробежного просеивателя, будут созданы условия, позволяющие достичь следующих положительных эффектов:

- полное удаление посторонних примесей из муки и повышения параметров производительности с 0,0738 до 0,082 т/ч;

- минимальный объем потребления энергии, которая требуется, для того чтобы выполнять на практике предусмотренный годовой объем работы с 2135,47 до 1921,92 кВт·ч

Рекомендации в ходе прохождения практики использовать центробежный просеиватель МПМ-800М для просеивание муки, как на мини-мельницах, так и на промышленных мельзаводах.