

Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь

**УО «ГРОДНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**КУРСОВОЕ И ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ПО ТЕХНОЛОГИИ КРУПЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Методические указания
для студентов специальности

1 - 49 01 01 — Технология хранения и переработки пищевого растительного сырья, специализации 1-49 01 01 01 –Технология хранения и переработки зерна
для дневной и заочной формы обучения

ГРОДНО 2014

УДК 664.71 + 664.78

ББК

С

Рецензенты: заместителя проректора по научной работе УО “Белорусский государственный аграрный технический университет”, к.т.н., доцент Поздняков В.М.

д.с.-х.н., профессор, декан инженерно-технологического факультета УО «Гродненский государственный аграрный университет» Жолик Г.А.

Курсовое и дипломное проектирование по технологии крупяной промышленности: метод. указания / Ж.В. КОШАК, А.Э. КОШАК. – ГРОДНО: ГГАУ, 2013. – 50 С.

В методическом указании рассмотрены этапы проектирования крупяных заводов. Приведены расчеты необходимой емкости бункеров, расчет оборудования крупяного завода, транспортного оборудования, аспирационного оборудования. Представлены примеры расчета курсового проекта.

УДК 681.3

ББК

© Ж.В. Кошак, А.Э. Кошак 2014
© УО «Гродненский государственный аграрный университет», 2014

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение
1	Содержание проекта
2	Проектирование технологической схемы подготовки зерна к переработки
3	Составление теоретического баланса технологического процесса на крупозаводе
4	Расчет и подбор технологического оборудования крупозавода
4.1	Расчет зерноочистительных машин
4.2	Автоматические весы
4.3	Расчет просеивающих машин
5	Проектирование технологических схем производства отдельных видов крупяной продукции (шелушильное отделение)
6	Расчет и подбор оборудования шелушильного отделения крупозавода
6.1	Расчет шелушильных машин
6.2	Расчет шлифовальных и крупоотделительных машин
6.3	Расчет просеивающей поверхности
6.4	Расчет аспирационных машин
6.5	Расчет магнитных сепараторов
7	Выбор варианта здания и размещения оборудования
8	Проектирование внутрицеховой коммуникации
9	Аспирация и пневмотранспорт
	Список использованных источников
	ПРИЛОЖЕНИЯ

Введение

Настоящие методические указания предназначены для применения их студентами при разработке курсовых и дипломных проектов по технологии крупяного производства.

Методические указания определяют состав, объем, содержание разделов расчетно-пояснительной записки и графической части проекта.

Выполнение проектов по технологии крупяного производства имеет целью закрепление знаний по технологии крупяного производства, промышленной вентиляции и пневматическому транспорту, технологическому оборудованию, промышленному строительству и проектированию предприятий крупяной промышленности.

Методические указания по курсовому проектированию составлены на основании Норм технологического проектирования крупяных заводов и правила организации и ведении технологических процессов на крупяных предприятиях.

1 Содержание проекта

Темой курсовых проектов по технологии крупяного производства является проектирование крупозаводов небольшой производительности, шелушильного и зерноочистительного отделения крупозаводов средней производительности или проектирование реконструкции действующих предприятий.

В состав проекта входит:

Разработка технологических схем подготовки и шелушения зерна, их анализ.

Составление баланса.

Расчет и подбор технологического оборудования.

Компоновка оборудования на этажах производственного здания.

Разработка коммуникаций движения зерна и продуктов его переработки.

Упрощенный расчет аспирации и пневмотранспорта.

Курсовой проект (работа) состоит из 3-4 листов графического материала и расчетно-пояснительной записки объемом 20-30 страниц, оформленных в соответствии с методическими указаниями «Общие требования и правила оформления текстовых документов».

Графическая часть проекта должна содержать следующие материалы (масштаб 1:50):

Планы производственного здания с нанесенным технологическим и транспортным оборудованием (по указанию преподавателя планы отдельных этажей могут не выполняться).

Разрезы производственного здания с нанесенным технологическим оборудованием и необходимыми элементами транспортного оборудования. Коммуникации зерна и продуктов его переработки наносятся на основных разрезах (специальные разрезы для коммуникаций не делаются).

Технологическая схема с указанием основных технологических характеристик.

Чертежи и расчетно-пояснительная записка выполняются в соответствии с требованиями, предъявленными Единой системой конструкторской документации.

Графическая часть курсовой работы должна содержать следующие материалы (масштаб 1:50):

Технологические схемы производства продукции с указанием основных технологических характеристик.

Генеральный план предприятия (**масштаб 1:500**).

Чертежи и расчетно-пояснительная записка выполняются в соответствии с требованиями, предъявленными Единой системой конструкторской документации.

Расчетно-пояснительная записка должна содержать следующие разделы:

Задание на курсовой проект;

Введение;

Краткая характеристика сырья и готовой продукции (в проекте);

Описание применяемой технологической схемы и анализ ее особенностей;

Баланс технологического процесса;

Расчет и подбор технологического оборудования;

Выбор варианта здания и размещение оборудования;

Коммуникационная ведомость движения зерна и продуктов переработки (в проекте);

Упрощенный расчет аспирационного и транспортного оборудования (в проекте);

2 Проектирование технологической схемы подготовки зерна к переработке

Технологический процесс производства крупы проектируют в соответствии с действующими «Правилами организации и ведения технологического процесса на крупяных предприятиях» и Нормами технологического проектирования крупозаводов.

Технологический процесс переработки зерна в крупу включает три основных этапа:

подготовка зерна к переработке,

переработка зерна в крупу и крупяные продукты,

затаривание и отпуск готовой продукции.

Подготовка зерна к переработке предусматривает очистку его от примесей, гидротермическую обработку и разделение зерна на фракции по крупности.

Учитывая разнообразие технологических свойств различного крупяного сырья, его подготовку осуществляют дифференцированно, используя набор

оборудования и применяя различные технологические операции, характерные для каждой культуры.

Однако можно указать и некоторые общие принципы построения технологических процессов очистки и подготовки крупяного зерна.

Поступающее в зерноочистительное отделение зерно направляют в бункера для неочищенного зерна, вместимость которых определяют из расчета обеспечения **24-30 часовой** мощности завода, учитывая периодическую подачу из элеватора на крупозавод.

Для очистки зерна от примесей используют воздушно-ситовые сепараторы, воздушные сепараторы, камнеотделительные машины, триеры и другое оборудование. Примерный набор технологических операций очистки и подготовки зерна и кратность их представлены в таблице 1.

На этапе первичного сепарирования необходимо обеспечить полное выделение крупных и грубых засорителей не менее 80 % мелких и легких засорителей. Для эффективной очистки зерна от примесей нужно предусматривать предварительное разделение сырья на две фракции по крупности.

Таблица 1 - Набор и кратность основных технологических операций очистки и подготовки крупяного зерна

крупяное зерно	сепарирование на ситах и воздушное сепарирование.				сепарирование в триерах		выделение минеральных примесей в камнеотделителях	гидротермическая обработка				шелушение	
	воздушно-ситовые сепараторы	сортировочные машины	рассевы	воздушные сепараторы	куicole отборники	овсюгоотборники		увлажнение	пропаривание	подсушивание	охлаждение	обочные машины	шелушитель зпн
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
рис	3	-	1	4	-	-	2	-	-	-	-	-	-
гречиха	2	3	3	1-3	-	1	1	-	1	1	1	-	-
просо	3	2	2	3	-	-	1	-	-	-	-	-	-
овес	3	1	-	1	1	1	1	-	1	1	1	-	-
ячмень	3	-	-	4	1	1	1	-	-	-	-	2	+22
пшеница	3	-	-	3	1	1	1	1	-	-	-	2	-
горох	2	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	-	-
кукуруза при переработки в крупу шлифованную													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
мелкая	2	-	-	--	-	-	1	1	1	-	-	-	-
крупная	2	-	-	-	-	-	1	1	-	1	1	-	-

Примечание: В рамках указаны взаимозаменяемые технологические операции.

Обоечные машины применяют для отделения остей у риса и овса. При подготовке зерна на ряде крупозаводов следует предусматривать выделение мелкого зерна, его выделяют проходом подсевных сит на этапе вторичного и окончательного сепарирования в воздушно-ситовых сепараторах, а при большом количестве – в просеивающих машинах в процессе фракционирования зерна. Триеры рекомендуется устанавливать после камнеотделительных машин. Это уменьшает износ рабочей поверхности триеров и сохраняет форму ячеек. При очистке ячменя и пшеницы зерновую массу до направления в триер следует разделять на две фракции: крупную и мелкую, а затем мелкую фракцию направлять в куколеотборочные машины, а крупные в овсюгоотборочные.

Гидротермическую обработку зерна в крупяном производстве применяют для таких культур, как гречиха, овес, горох, пшеница, кукуруза, а также в процессе производства хлопьев, толокна, диетической муки. Основная цель гидротермической обработки крупяного зерна – повысить прочность ядра и создать условия для лучшего отделения цветковых пленок, оболочек, зародыша.

Гидротермическая обработка крупяного сырья способствует улучшению его технологических свойств и, как следствие, повышению выхода крупы, снижению удельного расхода электроэнергии, улучшению потребительских достоинств крупы. В связи с большим разнообразием технологических свойств зерна и ассортимента вырабатываемой продукции применяют и разные способы ГТО.

Очищенной подготовленное зерно направляют на следующий этап обработки в шелушильное отделение.

3 Составление теоретического баланса технологического процесса на крупозаводе

Теоретические балансы составляют, как правило, для зерна базисных кондиций. Прежде чем приступить к составлению баланса, необходимо ознакомиться с общим выходом крупы, отходов и мелкого зерна, что служит основанием для составления баланса подготовки зерна к переработке.

Если схема подготовки зерна включает гидротермическую обработку, следует учесть изменение массы зерна при увлажнении, пропаривании, сушки. Все эти изменения происходят в результате усушки (увлажнения).

При составлении баланса процесса шелушения необходимо знать коэффициент шелушения, выход дробленого ядра, мучки и лузги. Эти данные можно найти в учебниках. Выход лузги рассчитывают, исходя из пленчатости зерна и коэффициента шелушения. Например, содержание пленок в овсе составляет в среднем 26 %, тогда, при коэффициенте шелушения 90 % выход лузги будет равен $26 \cdot 0,9 = 23,4$ % по отношению к количеству необработанного зерна (без учета того, что некоторая часть лузги превращается в мучку).

Количество зерна, фактически проходящее через шелушильные машины, рассчитывается по формуле:

$$K_{\phi} = \frac{Q}{K_{ш}}, \quad (1)$$

где Q – количество впервые поступающего зерна т/сутки;

$K_{ш}$ - коэффициент шелушения, %.

Однако это справедливо лишь при условии, что на повторное шелушение поступает лишь нешелушеное зерно. Если же вместе с нешелушенным зерном возвращается часть ядра, то фактическая нагрузка на шелушильные машины будет больше.

В шелушильное отделение поступает зерна меньше 100 % (за вычетом отходов зерноочистительного отделения). Поэтому баланс следует рассчитывать, исходя из фактического поступления зерна в переработку, не пересчитывая на 100 %, как это принято при размоле зерна в муку.

Баланс технологического процесса в крупяном производстве имеет более условный характер, чем в мукомольном, т.к. в крупяном сырье может содержаться разное количество примесей, мелкого зерна, зерно может быть разной крупности и при сортировании на фракции соотношение между ними бывает резко различно. Кроме того, в крупяном производстве специфически формируют сорта крупы. Отдельных потоков для формирования того или иного сорта обычно в технологических схемах нет.

Поэтому при составлении баланса крупы на сорта не делят и учитывают как один продукт.

Составление баланса целесообразно вести в виде специальной таблицы-шахматки.

Один из вариантов баланса переработки зерна гречихи в крупу представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Вариант баланса переработки гречихи

Наименование	Нагрузка на систему, %	Сортирование					Системы шелушения						Контроль			Готовая продукция				
		II	III	IV	V	VI	I фр.	II фр.	III фр.	IV фр.	V фр.	VI фр.	ядрица	продел	лузга	ядрица	продел	мучка	лузга	отходы
Сортирование:																				
I фракция	100	80					18													2,0
II фракция	80		45					34												1,0
III фракция	45			25					18											2,0
IV фракция	25				10					13										2,0
V фракция	10					4					5									1,0
VI фракция	4											3,0								1,0
Шелушение:																				
I фр.	18							1,0					10,0	2,0	5,0					
II фр.	35								1,0				22,0	4,0	8,0					
III фр.	19									1,0			11,0	2,0	5,0					
IV фр.	14										1,0		7,5	1,5	4,0					
V фр.	6											1,0	2,5	0,5	2,0					
VI фр.	4												2,0	0,5	1,0					0,5
Контроль:																				
ядрица	55,0															54,0	0,5		0,5	
продел	10,5																9,0	1,0	0,5	
лузга	25,0															0,5	0,5	5,0	19,0	
ИТОГО:		80	45	25	10	4	18	35	19	14	6	4	55,0	10,5	25,0	54,5	10,0	6,0	20,0	9,5
ИТОГО продукции																100 %				

4 Расчет и подбор технологического оборудования подготовительного отделения крупозавода

Исходными данными для расчета и подбора технологического оборудования является производительность завода в зерне (т/сутки) и нормы нагрузок на оборудование.

Расчетную суточную производительность подготовительного отделения принимают с повышением производительности шелушильного отделения:

- при переработке пшеницы, гороха, кукурузы – до 15 %;
- при переработке овса, гречихи, риса, проса – до 20 %.

Увеличение производительности подготовительного отделения крупозавода по сравнению с шелушильным необходимо для того, чтобы обеспечить постоянную производительность при переработке зерна с повышенным содержанием мелкой фракции.

Таким образом

$$Q_p = K \cdot Q, \quad (2)$$

где Q – заданная производительность завода, т/сут;

K – коэффициент запаса, K изменяется в диапазоне 1,15...1,20.

4.1 Расчет зерноочистительного оборудования

Последовательность прохода зерна через зерноочистительные машины указано в [5].

Число необходимых машин для одного пропуска рассчитывают по формуле:

$$n = \frac{Q_p}{q_n}, \quad (3)$$

где q_n – производительность одной машины, т/сут;

Производительность машин для очистки и подготовки крупяного зерна принимают с учетом физических свойств перерабатываемой культуры (натура, пленчатость, остистость и т.п.), а также технологических условий и режимов использования оборудования. При отсутствии паспортных данных о применении данной машины для очистки конкретной культуры её производительность определяют по таблице 2 с учетом коэффициентов, указанных в таблице 3.

В этом случае n число необходимых машин определяют по формуле:

$$n = \frac{Q_p}{q_n \cdot K}, \quad (4)$$

где K – коэффициент запаса.

Учитывая, что на отдельные системы оборудования в подготовительном отделении поступает не все зерно, а лишь его часть (при фракционной очистке), целесообразно при расчете оборудования использовать следующие формулы:

$$n = \frac{G_{\text{бал}}}{q_n \cdot K}, \quad (5)$$

где $G_{\text{бал}}$ – нагрузка по балансу, %.

Фактическое использование каждой машины в процентах находят из выражения:

$$И = \frac{Q_p}{n \cdot q_n \cdot K} \cdot 100 \quad \text{или} \quad И = \frac{G_{\text{бал}}}{n \cdot q_n \cdot K} \quad (6)$$

При фактическом использовании возможна недогрузка или перегрузка машин в пределах **15 – 20 %**.

4.2 Автоматические весы

Количество автоматических весов определяют по емкости ковша и числу взвешиваний в минуту. При емкости ковша до 50 кг число взвешиваний в минуту допускается до 3, а при емкости 100 кг – не более 2

Повышенное число взвешиваний в минуту приводит к нарушению точности работы весов.

Необходимое количество весов определяют

$$n = \frac{1000 \cdot Q_p}{24 \cdot 60 \cdot K \cdot V} \quad \text{или} \quad n = \frac{1000 \cdot G_{\text{бал}}}{24 \cdot 60 \cdot K \cdot V}, \quad (7)$$

где V – емкость ковша, кг;

K – количество взвешиваний в минуту.

На крупозаводах применяют автоматические весы с ковшами, вмещающими 20,50,100 кг. тяжелого зерна (пшеница, ячмень, горох, кукуруза). При взвешивании легких культур (рис, овес, гречиха, просо), а также хлопьев, когда ковш весов не вмещает указанную массу продукта, устанавливают на весах гири в 15, 40, 80 кг. соответственно.

Для острого зерна и хлопьев автовесы с емкостью ковша 20 кг. устанавливать не рекомендуется.

Таблица 3 - Производительность основного оборудования подготовительного отделения крупозавода

Наименование машин	Размерность	Производительность при очистке и подготовке к шелушению							
		просо	гречиха	овес	рис	ячмень	пшеница	горох	кукуруза
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Сепараторы									
А1БИС-12	т/ч	-	-	-	-	-	12	-	-
А1БЛС-12	-/-	-	-	-	-	-	12	-	-
А1БЛС-16	-/-	-	-	-	-	-	16	-	-
2. Триеры для отбора коротких примесей									
А9УТК-6.	-/-	-	-	-	-	-	6	-	-
3 Триеры для отбора удлиненных примесей									
А9УТО-6	-/-	-	-	-	-	-	6	-	-
4 Камнеотборники									
РЗ-БКТ	-/-	-	-	-	-	-	6	-	-
РЗ-БКТ-100	-/-	-	-	-	-	-	9	-	-
РЗ-БКТ-150	-/-	-	-	-	-	-	12	-	-
5 Аспираторы с замкнутым циклом воздуха									
А1-БДЗ-6	-/-	-	-	-	-	-	6	-	-
А1-БДЗ-12	-/-	-	-	-	-	-	12	-	-
А1-БДЗ-2,5	-/-	-	-	-	-	-	2,5	-	-
А1-БДА	-/-	-	-	-	-	-	5	-	-
А1-БВЗ	-/-	-	-	-	-	-	10	-	-
6 Весы автоматические для зерна									
АВ-50-39	-//-	-	-	-	-	-	12	-	-
7 Установка регулирования расхода зерна									
УРЗ-1	-//-	-	-	-	-	-	0,2-7	-	-

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
УРЗ-2	-//-	-	-	-	-	-	2,0-12	-	-
8 Аппараты для пропаривания зерна									
А9-БПБ	т/сут на одну машин у	-	75	100	-	-	-	-	-
Горизонт альные пропарив атели ГДР	-//-	-	-	-	-	-	-	24	-
9 Паровые сушилки и охлаждающие колонки									
ВС-49	т/сут. на одну секцию	-	3,5	1,8	-	-	-	4,8	-
ОК	т/сут. на одну машин у	-	48	48	-	-	-	48	-
10 Пневмосортировальные столы									
А1-БЭС	-//-	-	-	-	24	-	-	-	-
БПС	-//-	-	-	-	72	-	-	-	-

Таблица 4 - Коэффициент производительности оборудования при очистке крупяного сырья (К).

Оборудование	Коэффициенты производительности при переработке							
	пшеница	просо	гречиха	овес	рис	ячмень	горох	кукуруза
Воздушно-ситовые сепараторы	1,0	0,75	0,7	0,7	0,3	0,8	1,05	1,0
Триеры при отборе примесей:								
коротких	1,0	-	-	0,7	0,7	0,9	-	-
длинных	1,0	-	0,7	-	-	0,9	-	-
Камнеотборники	1,0	0,5	0,45	0,45	-	0,5	-	1,0

4.3 Расчет оперативных бункеров для зерна и продуктов его переработки

Объемы бункеров, закроев и других оперативных емкостей, необходимых для производственных операций, рассчитывают с учетом производительности завода, необходимой длительности пребывания зерна в емкостях и коэффициента заполнения объема.

Объем оперативных бункеров определяется по формуле

$$V = \frac{G \cdot r}{24 \cdot \gamma \cdot j}, \quad (8)$$

где G - количество продукта подлежащего хранению, т/сут;

r - продолжительность нахождения продукта в бункере, час;

γ – объемная масса продукта, т/м³;

j – коэффициент заполнения продуктом всего объема. $j = 0.8 \dots 0.85$.

Объемная масса γ зависит от вида перерабатываемой культуры и полученного из него продукта и приведена в приложении 2.

Длительность пребывания продукта в бункере зависит от эксплуатационных условий и технологических задач. Емкость бункеров на крупозаводах применяют:

для неочищенного зерна – на 28-30 часов работы шелушительного отделения;

для отволаживания зерна (при переработке крупы из пшеницы) – на 0,5 - 2,0 часа (в зависимости от стекловидности);

над каждым пропаривателем периодического действия – 2-кратная емкость пропаривателя;

над вертикальной паровой сушилкой – на 1,0-1,5 часа работы сушилки, при этом высота слоя зерна в бункере не должна быть меньше 1 м;

для накапливания отходов – на 8 часов работы отделения;

для накапливания лузги – на 1-2 часа;

над оборудованием для первичного шелушения зерна – на 45 минут производительности этих машин;

над пропаривателем периодического действия – не менее чем на 10 минут работы.

Емкость выбойных закромов рассчитывают для каждого вида и номера крупы с учетом ее выхода В:

$$B = Q \frac{P}{100}, \quad (9)$$

где Р- выход данного вида или номера крупы, %;

Работу отделения готовой продукции следует принимать односменной или двухсменной.

При односменном выбое емкость бункеров рассчитывают на 20 - часовой выход крупы. При 2-х сменном – на 12 часовой выход крупы.

В случае одно - и двухсменного выбоя посменный учет вырабатываемой продукции предусматриваются на автоматических весах.

4.4 Расчет просеивающих машин

Расчет просеивающих машин для сортирования зерна и контроля зерновых отходов определяют с учетом площади просеивающей поверхности каждой машины.

При этом сначала определяют общую просеивающую поверхность (для всего завода) по формуле (10).

$$F = \frac{1000 \cdot Q}{q_n}, \quad (10)$$

где Q – производительность крупяного завода, т /сут.;

q_n – удельная нагрузка на 1 м² просеивающей поверхности кг/сутки, принимается в зависимости от вида перерабатываемой культуры [5].

Полученную F распределяют по этапам технологического процесса, в том числе, и в зерноочистительном отделении, в соответствии с приложением 4 [5]. Распределение просеивающей поверхности в пределах одного этапа (по системам) производится пропорционально нагрузке систем по балансу. Необходимое число

просеивающих машин (рассеив, крупосортировок, буратов и т. д.) определяют, исходя из просеивающей поверхности этих машин.

После выбора типоразмеров и определения необходимого количества машин для очистки и подготовки крупяного зерна данные записывают в таблицу 5.

Таблица 5 - Оборудование для очистки и подготовки зерна

Оборудование	Марк а	Кол- во	Производительность т/сут.		Коэффициент использования оборудования
			расчетная	фактическая	
1	2	3	4	5	6

5 Проектирование технологических схем производства отдельных видов крупяной продукции (шелушительное отделение)

Особенность крупяного производства заключается в широком ассортименте круп, получаемых из различных зерновых и бобовых культур: риса, проса, гречихи, овса, ячменя, кукурузы, пшеницы, гороха.

В связи с различием структурно-механических и технологических свойств зерна различных культур необходимо проектировать индивидуальные технологические процессы для каждой культуры, максимально учитывая ее особенности, что создает определенные трудности. Поэтому стремятся создавать технологические схемы, позволяющие производить крупу из нескольких культур, что приводит к повышению коэффициента использования оборудования.

По взаимозаменяемой схеме рекомендуется перерабатывать следующие культуры: гречиха – просо, ячмень – пшеница, пшеница – горох, ячмень – горох. Подбор оборудования при этом проводят для культуры, имеющей более сложную схему переработки. Очищенное и подготовленное зерно, из подготовительного отделения крупозавода поступает на следующий этап обработки в шелушительное отделение, где производят сортирование продуктов шелушения, шлифование и полирование ядра, сортирование и контроль полученной крупы, побочных продуктов и отходов.

Подготовленное зерно сортируют в зависимости от культуры на две – шесть фракций. Это способствует созданию однородных по крупности фракций и повышению эффективности их шелушения, а также последующего крупотделения.

Шелушение крупяного зерна является основной технологической операцией производства крупы. Особенности анатомического строения и технологических свойств различного крупяного зерна создают необходимость применения различных методов шелушения и соответствующих им шелушительных машин. Выбор методов и шелушительных машин регламентируется

[5] и зависит, прежде всего, от прочности ядра и связей цветковых пленок или оболочек с ядром.

Важная технологическая операция – сортирование продуктов шелушения, которые включают шелушённые и нашелушённые зерна, дробленого ядра, мучки, лузги. Продукты шелушения сортируют, отсеивая мучку и дробленку в просеивающих машинах, и выделяя ядро из оставшихся продуктов. Процесс крупотделения осуществляют используя падди-машины, отсева, триера, крупосортировки.

Шлифование крупы предназначено для улучшения внешнего вида и повышения ее потребительских достоинств. В процессе шлифования удаляют с поверхности целого или дробленого ядра частично плодовые и семенные оболочки, алейроновый слой и зародыш, а при выработке дробленой крупы (ячмень, пшеница) частицам ядра придают округлую форму.

В производстве некоторых видов крупы из ячменя, пшеницы, кукурузы предусматривают дробление шелушенного ядра, которое осуществляют в вальцевых станках и различных дробилках. При дроблении необходимо получить максимальный выход крупных частиц ядра при минимальном выходе мучки.

Полученные продукты дробления зерна сортируют в отсевах на фракции по крупности, которые направляют на шлифование для придания частицам округлой формы.

Контроль крупы, побочных продуктов и отходов, осуществляемый в отсевах, сортировочных машинах и воздушных сепараторах, завершает технологический процесс производства крупы. Структурные схемы технологического процесса производства крупы из различного зерна и режимы его обработки регламентированы [5] по каждой крупяной культуре.

6 Расчет и подбор оборудования шелушильного отделения крупозавода

При расчете и подборе оборудования шелушильного отделения крупозаводов необходимо руководствоваться нагрузкой на рабочие органы основных машин шелушильного отделения. (Приложение 3 «Правил организации и ведения технологического процесса на крупяных предприятиях») и их производительностью (таблица 6).

Таблица 6 - Производительность машин шелушильного отделения крупозавода

Наименование машин	Производительность ь, т/час.
Машины обоечные	
РЗ – БМО - 6	6
РЗ – БМО - 12	12
РЗ – БГО - 6	6...9
РЗ – БГО - 8	8...12

ЗНМ - 5	5
Сепараторы, магнитные колонки	
У1-БМЗ-01	11
У1-БМП-01	11
Аспираторы	
А1-БДА	5
А1-БВЗ	10
Шелушильно-шлифовальные машины	
А1-ЗШН-3	1,8...4,0
Вальцевые станки	
А1-БЗ-2Н	по расчету
А1-БЗ-3Н	по расчету
Рассевы	
А1-БРУ	по расчету
А1-ЗРШ-4М	по расчету
А1-ЗРШ-6М	по расчету
Крупно - сортировальная машина А1-БКГ-1	5...5,0
Машина щеточная А1-БЦМ-12	12
Аспирационная колонка А1-БКА	до 3,8
Варочный аппарат ВА-800-М	0,8 т/на цикл
Ситовечная машина А1-БСО	1,8...2,0
Рассев А1-БРУ	1,6...16
Машина шлифовочная для риса А1-БСМ-2,5	4,0...4,5

6.1 Расчет шелушильных машин

На грече, просо, овсозавах при расчете количества шелушильных машин следует исходить из того, что на эти машины, кроме основных продуктов, поступают также продукты, возвращаемые для повторного шелушения.

Для определения длины рабочей линии шелушильных машин на каждой системе или их количество используют метод, предложенный профессором Гинзбургом М.Е. По заданному среднему коэффициенту шелушения для каждой фракции, определяют коэффициент возврата продуктов на систему K_v по формуле:

$$K_v = \frac{100}{E_n}, \quad (11)$$

где E_n – коэффициент шелушения данной фракции.

Затем определяют коэффициент загрузки системы, являющийся произведением количества зерна данной фракции P_n , выраженного в долях единицы, на коэффициент возврата на систему K_v .

После этого подсчитывают нагрузку системы и длину шелушильной линии или количество шелушильных машин для каждой фракции (таблица 11).

Общую длину линии шелушильных машин определяют по формуле

$$L = \frac{Q \cdot 1000}{q} \quad (12)$$

где: L – суммарная длина шелушильной линии в см,

Q – производительность завода, т/сут,

q – средняя удельная нагрузка на 1 см длины вала, кг/сут.

Приложение 3 [5].

Пример расчета нагрузки и распределения длины вальцедековой линии для гречезавода производительностью 150 т/сут. приведен в таблице 7.

Общая длина вальцедековой линии составляет

$$L = \frac{Q \cdot 1000}{q} = \frac{150 \cdot 1000}{240} = 625 \text{ см} \quad (13)$$

В настоящее время для шелушения гречихи обычно используют одну деку в станке 2-ДШС-3.

Распределение общей длины шелушильной линии L между системами на крупозаводах можно производить также в соответствии с фактической загрузкой систем по балансу (таблица 8).

Длина шелушильной линии на каждой системе определяется по формуле

$$L_i = \frac{L \cdot G_{i \text{ бал}}}{\sum_{i=1}^n G_{i \text{ бал}}} \quad (14)$$

Количество шелушильных машин на каждой системе определяется по формуле

$$n = \frac{L_i}{q_n}, \quad (15)$$

где q_n – размер рабочего органа машины.

Таблица 7 - Сводная таблица расчета вальцедековой линии и просеивающей поверхности для гречезавода Q =150

т/сут

Номер систем ы шелуше ния	Соот ноше ние фрак ций	Средний коэффициен т шелушения по фракциям	Коэффиц иент возврата на систему	Коэффиц иент загрузки системы	Загрузк а системы т/сут	Расчетна я длинна вальцеде ковой линии в см. для каждой фракции, см	Фактиче ская длинна вальцеде ковой линии , см.	Количес тво вальцеде ковых станков 2-ДШС-3	Расчетна я площадь просеива ющей поверхно сти для каждой фракции м ²	Принято е количест во рассеив А1 - БРУ	Факти ческая площа дь просеи вающей поверх ности
1	0,30	50	2,00	0,60	90,0	172	1800	3 шт.	18,7 м.	4/4	13,5
2	0,20	55	1,84	0,37	55,5	105	120	2 шт.	8,48 м.	³ / ₄	10,2
3	0,18	50	2,00	0,36	54,0	103	120	2 шт.	8,48 м.	2/4	6,8
4	0,16	45	2,20	0,35	52,5	100	120	2 шт.	8,48 м.	2/4	6,8
5	0,09	38	2,80	0,25	37,5	72	60	1 шт.	5,73 м.	2/4	6,8
6	0,07	28	3,60	0,25	37,5	72	60	1 шт.	5,73 м.	2/4	6,8
	1,00				=327	625	760	11 станков	50,0 м.	15/4	50,9

Примечание: f - просеивающая площадь рассевов для сортирования продуктов шелушения $f = 50 \text{ м}^2$

Таблица 8 - Пример распределения вальцедековой линии по системам в соответствии с загрузкой по балансу (гречезавод Q =150 т/сут)

Номер системы шелушения	Загрузка системы по балансу, %	Длина вальцедековой линии каждой системы, см	Принятое количество станков 2-ДШС-3
1	18	117,19	2
2	35	227,86	4
3	19	123,70	2
4	14	91,15	2
5	6	39,06	1
6	4	26,04	1
итого	$\Sigma=96\%$		12 станков

Таблица 9 - Размеры рабочих органов некоторых машин

Наименование оборудования	Единицы измерения	Размеры рабочего органа
1	2	3
Автоматические весы: тяжелое зерно Д-1000-3 легкое зерно Д-50 Д-20	емкость ковша в кг -/- -/-	100/80 50/40 20/15
Бурат ЦМБ-3	площадь ситовой поверхности	1,75 м ²
Рассев: А1-БРК А1-БРУ ЗРШ-4М ЗРШ-6М	просеивающая поверхность -/- -/- -/-	13,5 м ² 13,5 м ² 17,0 м ² 25,5 м ²
Крупосортировка А1-БКГ-1	просеивающая поверхность	3,2 м ²

Продолжение таблицы 9

1	2	3
Вальцедековые станки 2ДШС-3	длина рабочей пары (валок-дека) -/- -/-	2*60=120 см
Вальцевые станки БВ	длина одной пары валков	800 · 250 1000 · 250
Шелушитель ЗРД	диаметр резиновых валков	200 мм

В таблице 9 приводятся размеры рабочих органов вальцедековых станков, выпускаемых нашей промышленностью.

Аналогично гречезаводу рассчитывают и распределяют между системами длину вальцедековой линии на просозаводах.

Шелушительные поставы для овсозаводов подбирают по нагрузке на длину машины, приложение 3 [5]. Например, для овсозавода производительностью 140 т/сут. общее количество поставов будет равно:

$$П_{\text{пост.}} = 140 : 28 = 5 \text{ машин.}$$

Количество шелушителей ЗРД для рисо завода находят примерно так же, как и для вальцедековых станков. Например, для рисо завода $Q = 300$ т/сут. общая длина валков для первичного шелушения L :

$$L = \frac{300}{1,4} = 214 \text{ см} \quad (16)$$

Количество шелушителей РЗД для рисо завода

$$n = \frac{214}{40} = 5 \dots 6 \text{ станков} \quad (17)$$

Кроме того, для сходовых систем шелушения требуется дополнительно 20 – 30 % от первоначальной длины валков или

$$L_{\text{сх}} = (0,2 \dots 0,3) \cdot 214 = 43 \dots 64 \text{ см} \quad (18)$$

т.е. еще 1 – 2 станка.

Следует отметить, что кроме расчетного количества станков для гречихи, проса, риса требуется применять еще по одному резервному станку.

Общее количество шелушителей типа А1-ЗШН-3 для ячменя, пшеницы, гороха подбирается по нагрузке на одну машину.

Для ячмезавода:

$$A = \frac{Q}{g}, \quad (19)$$

где A - количество машин А1-ЗШН-3, необходимое для шлифования и полирования пенсака;

g – удельная нагрузка на машину.

Распределение общего количества машин А1-ЗШН-З, устанавливаемых на заводе между шестью системами шлифования и полирования производят пропорционально количеству продукта, поступающего на каждую систему (из баланса технологического процесса).

Расчетное количество машин на каждой системе определяют по формуле:

$$n = \frac{A \cdot G_{\text{бал}}}{\Sigma G_{\text{бал}}} \quad (20)$$

где $G_{\text{бал}}$ – загрузка систем по балансу, % от суточной производительности;
 $\Sigma G_{\text{бал}}$ – общая загрузка всех систем по балансу.

$$G_{\text{бал}} = G_1 + G_2 + G_3 + G_4 + G_5 + G_6 \quad (21)$$

Расчетное количество шелушильно - шлифовальных машин А1-ЗШН-З по системам можно также производить также в соответствии с фактической загрузкой системы по балансу и производительностью машины.

При этом следует принимать производительность машины А1-ЗШН-З:

- при шелушении ячменя – 1,8 т/час
- при шелушении пшеницы – 3,0-4,0 т/час
- при шлифовании и полировании пенсака – 3,0 т/час.

6.2 Расчет шлифовальных и крупотделительных машин

Количество шлифовальных машин определяют по нагрузкам на одну машину, которые приведены в «Нормах технологического проектирования крупозаводов» [6] и в таблице 10.

Следует учесть, что полученное количество шлифовальных машин является общим для всех систем. Распределение общего количества шлифовальных машин по системам проводят в соответствии с загрузкой отдельных систем по балансу.

На овсозавода и рисозавода для разделения смеси шелушенных и нешелушенных зерен применяют падди машины. Так как довольно много типоразмеров падди машины, нагрузку на них дают в тоннах в сутки на один канал (таблица 10). Зная производительность завода и нагрузку на один канал, находят количество каналов n . Затем, принимая пади-машины с определенным количеством каналов m , определяют количество машин N .

$$n = \frac{Q}{q_n}, \quad (22)$$

$$N = \frac{n}{m} \quad (23)$$

где: q_n – нагрузка на 1 канал т/сут.

6.3 Расчет просеивающей поверхности

Просеивающая поверхность для всего крупозавода, включая и подготовительное отделение, определяется по формуле

$$F = \frac{1000 \cdot Q}{q_n} \quad (24)$$

где q_n – удельная нагрузка на 1 м просеивающей поверхности, кг/сут;

Q – производительность крупозавода.

Затем общую величину просеивающей поверхности распределяют по этапам технологического процесса.

Удельные нагрузки на просеивающие поверхности при переработке отдельных крупяных культур и ее распределение по основным этапам технологического процесса приведены в таблице 10.

Таблица 10 - Нагрузка на рабочие органы машин шелушительного отделения

Оборудование	Единицы измерения	Нагрузка при переработке							
		просо	гречиха	овес	рис	ячмень	пшеница	горох	кукуруза
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Шелушитель для проса и гречихи типа ДШС	т/сут на 1 см. общей длины валков	0,4-0,8	0,32	-	-	-	-	-	-
Шелушитель с резиновыми валками для риса типа ЗРД	т/сут на 1 см. длины валков 1-ой системы.	-	-	-	1,4	-	-	-	-
Шелушитель типа А1-ЗШН-1,5	т/сут на 1 машину	-	-	-	-	6,5	8	24	12,0
А1-ЗШН-3	т/сут на 1 машину	-	-	-	-	10,0	12,0	36,0	18,0
Постава шелушительные ГДР	т/сут на 1 машину	-	-	28	-	-	-	-	-
Станки вальцевые	т/сут на 1 см. длины вальцов	-	-	0,5(при производстве толокна)	-	0,25(при производстве ячневой крупы)	0,55	-	0,25
Падди-машины	т/сут на 1 канал	-	0,8	0,5	1,0	-	-	-	-

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Рисошлифовочная машина с коническим барабаном	т/сут на 1 машину	-	-	30	25	-	-	-	-
Шлифовальная машина для риса	т/сут на 1 машину	-	-	-	4	-	-	-	-

Таблица 11 - Нагрузка на просеивающую поверхность и ее распределение по этапам технологического процесса

Перерабатываемая культура	Удельная нагрузка на 1м ² общей просеивающей поверхности	Распределение общей просеивающей поверхности по этапам технологического процесса						
		очистка зерна	контроль отходов зерноочистительного отделения	сортирование зерна перед шелушением	сортирование зерна после шелушения	сортирование продуктов после шлифования и полирования	сортирование и контроль крупы	контроль лузги и мучки
1	2	3	4	5	6	7	8	9
посо	3,0	30	8	24	-	-	17	21
гречиха	0,6	10	2	50	20	-	10	8

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5	6	7	8	9
овес (при переработке в крупу)	3,5	10	5	15	25	-	30	16
рис	2,2	15	5	15	20	20	15	10
ячмень (при переработке в перловую крупу)	1,5	-	3	-	-	36	40	22
ячмень (при переработки в ячневую крупу)1,0	1,5	-	3	-	-	45	35	17
пшеница	1,0	-	5	-	-	55	30	10
горох	1,65	-	5	20	40	10	15	10
кукуруза	1,5	-	5	-	10	45	30	10

Распределение просеивающей поверхности между отдельными системами каждого этапа технологического процесса производится в соответствии с загрузкой этих систем по балансу технологического процесса.

Например, сортирование продуктов шелушения гречихи включает 6 систем рассевов А1-БРУ. На этот этап в соответствии с нормами отводится 20 % общей просеивающей поверхности (таблица 11).

При производительности гречезавода, равной 70 тонн в сутки это составит

117м² – просеивающая поверхность всего крупозавода.

G₁ – 52,5 % G₄ – 31,5 %

G₂ – 30,8 % G₅ – 25,2 %

G₃ – 31,5 % G₆ – 25,2 %

Тогда просеивающая поверхность каждой системы равна:

$$f_1 = \frac{24 \cdot 52,5}{196,7} = 6,4 \text{ м}^2 \quad f_4 = \frac{24 \cdot 30,8}{196,7} = 3,8 \text{ м}^2$$

$$f_2 = \frac{24 \cdot 31,5}{196,7} = 3,9 \text{ м}^2 \quad f_5 = \frac{24 \cdot 31,5}{196,7} = 3,9 \text{ м}^2$$

$$f_3 = \frac{24 \cdot 25,2}{196,7} = 3,1 \text{ м}^2 \quad f_6 = \frac{24 \cdot 25,2}{196,7} = 3,1 \text{ м}^2$$

где 196,7 – суммарная загрузка всех шести систем.

Затем, зная просеивающую поверхность отсева, определяют, сколько машин надо установить на каждой системе. Так как просеивающая поверхность отсева А1 – БРУ равна 13,5 м², а 1/4 - 3,4 м², то следует установить: на первой системе 2/4 отсева, а на всех остальных – по 1/4.

Аналогично производят расчет для других этапов технологического процесса. Фактическая общая площадь должна соответствовать расчетам.

Примечание 1. Для рассевов А1 – БРУ не следует принимать для одной системы 3/4 и 5/4 отсева. Это усложняет равномерное распределение продукта в отсевах по 3-м или 5-и приемам в пределах системы, что ведет к недогрузке или некачественному сортированию продуктов.

6.4 Расчет аспираирующих машин

Зерноочистители, аспирационные колонки, аспираторы и другие подобные машины подбирают в зависимости от производительности их количества проходящих через них продуктов. При этом учитывают также, на какой технологической операции установлена машина. Количество этих машин определяют по формуле:

$$n = \frac{G\delta}{K \cdot q} \quad (25)$$

где G_b – загрузка системы по балансу, т/сутки;

K – коэффициент, учитывающий, на какой культуре и операции работает аспирационная машина (таблица 12)

q – паспортная производительность машины, т/сутки.

Таблица 12 – значения коэффициента K для расчета оперирующих машин

Операция	Культура						
	ячмень	рис	гречиха	просо	овес	горох	кукуруза
Очистка зерна от примесей (до шелушения)	0,6	0,6	0,5	0,6	0,5	0,8	0,7
Выделение частиц оболочек из продуктов шелушения	0,7	0,7	0,6	0,7	0,6	0,9	0,8
Контроль крупы	0,2	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,3
Контроль отходов и лузги	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,4

6.5 Расчет магнитных сепараторов

На крупозаводах в настоящее время применяют магнитные сепараторы со статическими магнитами из сплава «Магнико».

Места установки магнитных заграждений указаны в схемах технологических процессов крупозаводов, а нормы приведены в таблице 13 или в Правилах организации и ведения технологического процесса на крупозаводах, определяют длину магнитного поля на данном этапе в мм.:

$$L_{м.п} = \frac{G_b \cdot L_{м.п}}{100} \quad (26)$$

где $L_{мп}$ – норма длины магнитного поля на 100 тонн зерна в сутки.

Количество магнитных сепараторов будет равно

$$n = \frac{L_{м.п}}{l_{м.п}}, \quad (27)$$

где $l_{м.п}$ – длина магнитного поля магнитного сепаратора, м.

Таблица 13 – Нормы магнитных заграждений

Место установки	Единица измерения продукции, т/сутки	Норма
Технологический процесс		
После первого пропуска зерна через сепаратор	Магниты устанавливают блоком в два ряда по всей ширине выходного отверстия сепаратора	
Перед каждым пропуском зерна через обоечные и другие машины ударного действия	100	0,8
После завершения процесса очистки зерна, перед подачей в шелушительное отделение	100	0,5
Перед шлилушительными и шлифовальными машинами	100	0,8
Перед вальцовыми станками первой системы	100	1,0
Перед вальцовыми станками второй системы	На 1м длины вальцов	0,4
Перед дробилками	100	0,8
После дробилок (если есть необходимость)	100	0,6
После сушилок для крупы	100	1,0
Контроль продукции		
Крупа овсяная, пшено, ядрица, рис, горох, перловая, кукурузная	100	1,2
Крупа дробленая всех культур и ячневая	100	1,0
Мука продовольственная	100	1,0
Кормовые отходы, мучка	100	0,8

7 Выбор варианта здания и размещения оборудования

Требуемое количество оборудования в производственном здании размещают с учетом наиболее экономичного использования производственных площадей, выполнения требований охраны труда, техники безопасности и производственной эстетики.

Технологическое оборудование на крупяном заводе устанавливают обычно в пределах 5 этажей. Требования и размеры конструктивных элементов зданий такие же, как и у мукомольных заводов.

Оборудование, предназначенное для шелушения, шлифования, полирования зерна располагают не более чем по два ряда в пределах второго и четвертого этажей, на остальных этажах размещают оборудование для

сортирования и просеивания. На первом этаже в основном устанавливают башмаки норий или пневмоприемники для пневматического транспорта.

На крупозаводах широко принято также каскадное расположение оборудования. Например, если в схеме последовательно установлено несколько одноименных машин, то для уменьшения количества подъемов их располагают на разных этажах.

В зерноочистительном отделении все оборудование для отделения примесей и гидротермической обработки зерна монтируют в пределах того же количества этажей, что и для шелушильного отделения.

Нужно помнить, что машины, имеющие встроенные приемники (обочные, вальцовые станки и т.п.), желательно размещать на первом этаже, чтобы уменьшить количество подъемов и установить больше машин по вертикали. Можно устанавливать машины и на верхних этажах, в этом случае высоту его принимают равной 6 м., а головки норий или пневморазгрузители размещают на площадках.

Промежуточные продукты шелушения внутри здания грече- и рисоу заводов перемещают при помощи механического транспорта. Пневматический транспорт на этих заводах не применяют, так как в процессе перемещения увеличивается процент дробленого ядра. На всех остальных крупяных заводах можно использовать пневматический транспорт.

8 Проектирование внутрицеховой коммуникации

В состав проекта входит разработка внутрицеховой коммуникации самотеков и составление ведомости движения продуктов с указанием углов наклона самотеков (см. таблицу 19).

Таблица 19 – Ведомость движения продуктов

Система	Продукт	Перемещение продукта		Способ перемещения				Угол наклона самотечной трубы				Этаж проверки
		с какой системы	на какую систему	самотеком	продуктопроводом	норией	шнеком	допустимый	α	β	γ	

Количество передаточных механизмов не должно превышать 15 % основных.

Самотеки следует размещать вдоль стен или в створе колоны с соблюдением требований промышленной эстетики.

Для этой цели рекомендуется оставлять сплошные проемы у продольных стен и в середине здания шириной 200 мм с бортиком по краю самотека, промежутки между самотечными трубами после их установки следует закрывать металлической стенкой.

Углы наименьшего наклона самотека следует принимать на крупозаводах в соответствии с приложением 2.

9 Аспирация и пневмотранспорт

Для курсовых проектов не требуется полного расчета пневматического транспорта и аспирации. Достаточно сделать ориентировочный расчет с целью определения размеров циклонов-разгрузителей, количества пылеулавливающих установок, типа и количества вентиляторов и воздуходувок.

Компоновка аспирационных сетей производится в соответствии с общепринятыми принципами. После компоновки сетей определяют расход воздуха в каждой сети. Расход воздуха представляет собой суммарное количество воздуха, отсасываемого от всех машин, включенных в сеть. По расходу воздуха и удельной нагрузке на фильтрующую поверхность фильтров, выбирается тип фильтров. При подборе вентиляторов используют полученный расход воздуха и развиваемое давление.

Расход воздуха для аспирации машин, следует принимать по паспортным данным (тех. характеристика оборудования) или по данным государственных испытаний оборудования.

Удаляемый наружу воздух должен быть скомпенсирован приточными устройствами. Необходимо определить воздухообмен в здании и рассчитать количество воздуха, выбрасываемого наружу и идущего на рециркуляцию.

Для рисозаводов допускается применение одноступенчатой очистки воздуха на батарейных циклонах при условии соблюдения норм по пылесодержанию выбрасываемого воздуха. В таких случаях отработавший воздух аспирационных сетей не может быть использован для рециркуляции.

Внутрицеховой пневматический транспорт рекомендуется принимать в шелушильных отделениях крупозаводов по переработки проса, овса, ячменя, пшеницы и кукурузы.

При расчете пневматического транспорта на крупозаводе производительность пневмосетей применять:

- а) в шелушильных отделениях на 5 % выше производительности шелушильного отделения;
- б) в зерноочистительном отделении ячменноцехов на 5 % выше производительности зерноочистительного отделения.

Воздуходувные машины размещать в изолированных помещениях.

Для подбора оборудования пневматического транспорта при курсовом проектировании требуется следующие данные:

Количество транспортируемого продукта;

Коэффициент концентрации продукта – μ .

Тип применяемой воздуходувки.

Количество транспортируемого продукта определяется из материального баланса.

Коэффициент концентрации μ , применяем условно зерноочистительном отделении крупозаводов равным 4-5 кг продукта / кг воздуха.

Величина развиваемого давления принимается условно, так как потери давления в сетях не рассчитываются.

В шелушильном отделении крупозаводов коэффициент концентрации может зависеть от количества продукта. Чем меньше продукта транспортируется в материалопроводе, тем меньше μ .

Так, при количестве продукта, равным 4-5 тоннам в час, можно принять μ равной 4-5 тонн/час; 3 тонны/час – μ равно 3-4; 2 тонны/час – μ равно 2-3; 1 тонна/час – μ равно 1-2; менее 1 тонны/час – μ равно около 1.

Конечно, не следует забывать, что все это очень условно, так как величина μ – зависит от длины материалопровода, от его конфигурации, от скорости воздуха, от давления, развиваемого воздуходувкой.

В зерноочистительном отделении, как правило, продукт перемещается одним потоком так, что производительность каждого пневмотранспорта равна часовой производительности зерноочистительного отделения. Если же продукт делится на фракции, то нужно знать количество продукта в каждой фракции.

Пневмотранспортеры подбираются по производительности линии, а циклоны–разгрузители – по расходу воздуха. Расход воздуха определяют по формуле:

$$Q_v = \frac{k \cdot G \cdot 100}{\mu \cdot 1.2} \quad (28)$$

где k – коэффициент неравномерности;

G – производительность пневмотранспортеров, кг/ч;

μ – коэффициент концентрации/

Расход воздуха в пневмотранспортерах для отходов можно определить, исходя из минимального диаметра применяемых труб, а именно при диаметре – 50 мм, скорость воздуха можно принять равной 16 м/с, тогда

$$Q_v = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot V}{4} \cdot 3600 \quad (29)$$

где Q_v – расход воздуха, м³/час;

d – диаметр материалопровода – 0,05 м;

V – скорость воздуха – 16 м/с.

В шелушильном отделении количество продуктов, перемещаемых в пневмотранспортерах, очень разнообразно и определяется балансом процесса.

После определения расхода воздуха в каждом пневмотранспортере определяется количество пневматических установок (сетей). Их количество зависит от производительности фильтров и воздуходувок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Егоров Г. А., Мельников Е. М., Максимчук Б. М.. Технология муки, крупы, комбикормов. –М.: Колос, 1984.
2. Мартыненко Я. Ф., Чеботарев О. Н. Проектирование мукомольных и крупяных заводов с основами САПР – М.: Агропромиздат, 1992.
3. Мельников Е. М. Технология крупяного производства, - М.: Агропромиздат, 1991.
4. Марко И. Т., Погирной Н. Е., Касьянов Б. В., Чакар А. П. Проектирование зерноперерабатывающих предприятий с основами САПР. —М.: Агропромиздат, 1989.
5. Правила организации и ведения технологического процесса на крупяных предприятиях, часть 1 и 2. – ВНПО “зернопродукт”, 1990.
6. Нормы технологического проектирования крупозаводов.

Приложение 1 - Техническая характеристика рассева А1 – БРУ

Культура	Наименование операции	Номер схемы	Производи- тельность, т/ч
1	2	3	4
Гречиха	1. Сортирование на фракции перед шелушением	№1	3
	1 фракция		
	2 фракция		
	2. Разделение продуктов шелушения	2	3
	1 фракция		12
	2 фракция		15
	3. Контроль ядрицы	2а	12
	4. Контроль продела	3	15
	5. Контроль лузги	4	5
Рис	1. Разделение продуктов шелушения	4	16
	2. Разделение продуктов шлифования	4	16
	3. Контроль мучки	3	6.8
Просо	1. Очистка от крупных и мелких примесей	1	10
	2. Сортирование по крупности	1	8
	3. Контроль пшена	3	8
Ячмень	1. Сортирование пенсака	2	12
	2. Сортирование пордуктов потребления	4	10
	3. Сортирование ячневой крупы	4	8
	4. Предварительное сортирование перловой крупы	4 или 1	16
	5. Сортирование перловой крупы по номерам		
	№1	1 или 2	7
	№2,3	1	6
	№4,5	3	5
	6. Контроль мучки	3	1.6
Овес	1 Контроль крупы	3	5.2

Приложение 2 - Физическая характеристика крупяных культур и продуктов их переработки

Наименование продукта	Объемная (насыпная) масса, кг/м ³	Плотность, кг/см ³	Угол наименьшего наклона самотека, град.	Средняя скорость витания, м/сек
1	2	3	4	5
ПРОСО И ПРОДУКТЫ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ				
Просо рядовое (смесь)	728	1.11	30	8.3
Продукты шелушения проса после вальцедековых станков				
1-й системы	687	1.12	35	7.0
--“—после 3-й системы	774	1.35	36	7.0
Пшено шлифованное	825	1.5	33	7.0
Дробленка кормовая	800	1.35	40	4.5
Мучка просяная	400	---	48	1.5
Лuzга просяная	203	---	40	2.0
2. ГРЕЧИХА И ПРОДУКТЫ ЕЕ ПЕРЕРАБОТКИ				
Гречиха крупяная	610	1.134	30	
Гречиха после ГТО	622	1.15	32	
Продукты шелушения гречихи после вальцедекового станка 11 фракции	585	1.23	35	
Крупа гречневая - ядрица пропареная	785	1.30	32	
Крупа гречневая – продел	693	1.35	37	
Лuzга гречневая	193	---	36	2.5

Продолжение таблицы 2

3. ОВЕС И ПРОДУКТЫ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ				
1	2	3	4	5
вес рядовой	521	1.11	33	7.0
Овес щуплый (отходы з/о)		1.08	38	5.5
Продукты шелушения овса после обоечной машины (основная система)	674		42	6.0
Крупа овсяная недробленая пропаренная 1 сорта	769	1.32	34	6.5
Дробленка кормовая (отсев от крупы)	631	1.28	41	5.5
Мучка овсяная (кормов.)	460	-	50	2.0
Лузга овсяная	140	-	34	-
4. РИС И ПРОДУКТЫ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ				
Рис – сырец рядовой безостный северокавказский		1.20	40	---
Продукт после шелушения риса в поставе	495	1.27	42	---
	493	1.43	37	---
Рис обработанный шлифованный 1 сорта	860	1.43	36	---
Рис обработанный шлифованный дробленый	872	1.43	53	---
Мучель рисовая белая	489	---		2.5
Лузга рисовая	150	0.96	44	3.5

Продолжение таблицы 2

5. ЯЧМЕНЬ И ПРОДУКТЫ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ				
Ячмень рядовой	715	1.31	30	9.0
Пенсак – после 4-й сис. шелушения в наждачных обойках	798	1.41	35	8.0
Продукт после 3 полировальной системы(ЗШН)	840	1.41	40	7.5
Крупа перловая №1	824	1.41	32	7.5
Крупа перловая №3	808	1.42	36	7.2
Крупа перловая №5	802	1.42	36	6.0
Лузга яменная	210	---	40	1.8
6.ПШЕНИЦА И ПРОДУКТЫ ЕЕ ПЕРЕРАБОТКИ В КРУПУ				
1	2	3	4	5
Пшеница	790	1.35	36	9.5
Пшеница после 2 системы шелушения в наждачной обойке	824	1.39	34	8.0
Продукт после дробления пшеницы в вальцовом стан.	685	1.37	41	7.5
Продукт после 3 шлиф. сис	779	1.42	39	7.3
Продукт после 2 полир. сис	810	1.41	36	7.0
Крупа Полтавская №1	840	1.39	31	7.5
Крупа Полтавская №3	808	1.38	34	6.0
Крупа Артек	734	1.38	37	5.5

Продолжение таблицы 2

7. КУКУРУЗА И ПРОДУКТЫ ЕЕ ПЕРЕРАБОТКИ				
Кукуруза зубовидная рядовая	767	-	28	11.5
Продукт после 1 сист. дробления(в вальц. станке)	511	-	44	6.2
Крупа кукурузная шлифованная №1	745	-	37	6.0
Крупа кукурузная шлифованная №3	772	1.38	35	5.5
Крупа кукурузная шлифованная №5	770	1.38	42	5.5
Зародыш кукурузный	319	1.16	47	-
Отруби кукурузные	384	-	43	4.0
Мука кукурузная крупного помола	579	-	55	2.5
8. ГОРОХ И ПРОДУКТЫ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ В КРУПУ				
1	2	3	4	5
Горох рядовой (смесь типов)				
Отходы (мелкий горох + отходы зерноочистки)	771	1.34	28	-
Продукт после 1 шелуш. системы	735	1.32	33	11.5
Горох лущенный полированный цельный	766	1.39	35	-
Горох лущенный полированный молотый	795	1.36	23	-
Гороховая мучка с сечкой (кормовая)	825	1.39	34	-
	670	-	42	4.5