

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Маслов Владимир Николаевич

Должность: ректор

Дата подписания: 16.07.2022 19:12:59

Уникальный программный ключ:

f31e6db44619734dbb5e64da2697104631d

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Н.В. ПАРАХИНА»

Хмелева Е.В.

Методические указания для выполнения курсовой работы по дисциплине  
«Проектирование предприятий отрасли»

Орел, 2021

Автор: к.т.н., доцент кафедры растениеводства, селекции и семеноводства



Е.В. Хмелева

Рецензент: д.с-х.н., доцент кафедры растениеводства, селекции и семеноводства



А.Ф. Мельник

Методические указания содержат задачи проектирования, требования к содержанию курсового проекта, принципы подбора, расчета и компоновки оборудования мукомольных предприятий.

Методические указания предназначены обучающимся направления 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции (уровень - бакалавриат) очной формы обучения, изучающим дисциплину «Технология муки».

## **Введение**

Курсовое проектирование - важная часть учебного процесса подготовки инженера-технолога по специальности «Технология хранения и переработки зерна». Курсовой проект является самостоятельной работой студента, выполняется после изучения всей теоретической части и разделов курсов «Технология муки», «Проектирование предприятий отрасли», дающих достаточные знания для выполнения этой работы.

Работа над курсовым проектом способствует систематизации, закреплению и углублению теоретических знаний и практических навыков, приучает творчески мыслить, пользоваться справочной, технической и учебной литературой, стандартами, правилами и нормами проектирования и т.п.

В пособии изложены задачи проектирования, требования к содержанию курсового проекта, принципы подбора, расчета и компоновки оборудования мукомольных предприятий.

## 1 Содержание курсового проекта

Курсовой проект состоит из пояснительной записки и графической части. Объем пояснительной записки зависит от задания и должен составлять не менее 30-40 страниц машинописного текста. Графическая часть проекта должна быть представлена на 2-4 листах формата А<sub>1</sub>. Задание на курсовой проект выдается преподавателем - руководителем.

Пояснительная записка должна содержать следующее:

- титульный лист;
- содержание;
- введение;
- технико-экономическое обоснование проекта;
- технологическая часть;
- список литературы;
- приложение.

*Технико-экономическое обоснование проекта.* В этом разделе дают краткие сведения о районе, в котором размещается предприятие, обосновывают технико-экономические характеристики проектируемого предприятия.

*Технологическая часть* должна освещать следующие вопросы:

- краткая характеристика зерна, подлежащего переработке;
- определение состава помольной партии;
- выбор и обоснование схемы подготовки зерна к помолу;
- расчет и подбор оборудования подготовительного отделения;
- выбор схемы, расчет и подбор оборудования для контроля отходов;
- выбор и обоснование схемы помола;
- расчет и подбор оборудования размольного отделения;
- количественный баланс помола.

*Характеристика зерна, подлежащего переработке.* Приводят описание тех типов и сортов зерна, которые предполагается перерабатывать на данном

мукомольном заводе, дают характеристику мукомольных и хлебопекарных свойств, их влияние на выбор технологических операций в подготовительном отделении и построение схемы помола. Данные по качественной характеристике зерна принимают в соответствии с заданием на курсовое проектирование, из различных литературных источников, их можно дополнить сведениями, полученными при прохождении технологической практики.

**Определение состава помольной партии.** Здесь необходимо раскрыть требования к составлению помольных партий зерна, определить состав помольной партии по одному из известных методов, указать способы смешивания зерна.

**Выбор и обоснование схемы подготовки и размола зерна.** Подробно описывают технологическую схему, объясняя необходимость выбранного технологического процесса с учетом полученного задания.

При этом освещают следующие вопросы:

- принципы построения технологического процесса очистки и подготовки зерна к помолу;
- нормы качества зерна, поступающего в подготовительное отделение;
- технологический процесс очистки зерновой массы от примесей;
- цели и задачи кондиционирования зерна;
- технологическая эффективность работы каждой машины;
- отбор мелкой фракции зерна и ее использование;
- эффективность раздельной подготовки к помолу зерна различных типов;
- пути снижения зольности зерна в подготовительном отделении;
- нормы качества зерна, поступающего на I драную систему.

При описании технологической схемы помола зерна необходимо отразить следующие вопросы: особенности построения технологического процесса; этапы технологического процесса (драной, сортировочный, шлифовочный, ситовечный, размольный); отбор манной крупы; ассортимент и качество получаемой продукции.

**Количественный баланс помола.** До разработки баланса помола

необходимо детально вычертить схему технологического процесса помола зерна. Для составления количественного баланса помола необходимо знать классификацию всех продуктов, получаемых в технологическом процессе помола. Количественный баланс помола выполняют на миллиметровой бумаге и вкладывают в пояснительную записку в раздел «Приложение».

*Список литературы.* В конце записки приводят список используемой литературы в алфавитном порядке в соответствии с требованиями ГОСТ.

## **2 Исходные данные для проектирования**

В основу проектирования мукомольных заводов принимают следующие исходные данные: задание на проектирование; материалы технико-экономического обоснования; выбор площадки для строительства; нормы нагрузок на технологическое оборудование или его производительность.

При проектировании мукомольного завода следует руководствоваться «Правилами организации и ведения технологического процесса на мельницах» и «Нормами технологического проектирования мукомольных заводов». В задании на проектирование указываются: тип помола; производительность предприятия в зерне (т/сут); ассортимент, выход муки по сортам; особые требования к технологической части проекта.

Нормы нагрузок на технологическое оборудование или его производительность служат основными исходными данными для определения числа оборудования. Они учитывают работу вновь построенного предприятия и рассчитаны в ряде случаев на повышенные показатели выхода и качества продукции. Типы помолов и базисные нормы выхода муки, производительность машин подготовительного отделения, нагрузки на рабочие органы основных машин размольного отделения для различных типов помолов указаны в Правилах.

## **3 Проектирование мукомольных предприятий**

### **3.1 Определение необходимого запаса зерна и готовой продукции**

Запасы зерна для мукомольных заводов должны быть в количестве трех-шестимесячной работы предприятия.

Запасы продукции (муки) принимают:

- для бестарного хранения в количестве трехсуточной выработки сортовой хлебопекарной и двухсуточной выработки обойной и макаронной муки;
- для тарного хранения в мешках - в пределах семи-суточной выработки;
- для продукции, фасованной в бумажные пакеты, в количестве 15 % выработки муки высшего и первого сортов (но не менее трехсменной производительности фасовочной установки);
- бункера для отрубей проектируют из расчета хранения четырехсуточного запаса, а при наличии на территории комбикормового цеха - двухсуточного запаса. Для отходов мукомольных заводов проектируют бункера из расчета трех-пятисуточного хранения.

### **3.2 Подготовительное отделение мельницы**

Схему технологического процесса подготовки зерна к помолу составляют на основании следующих данных: производительность предприятия, вид культуры, засоренность, влажность, стекловидность, тип помола, вид транспорта (пневмо- или механический). Она должна определять последовательность операций по очистке зерна от примесей, режимы кондиционирования, число и вместимость бункеров для неочищенного зерна и для его отволаживания, габариты и техническую характеристику основных технологических машин.

Схему выбирают из имеющихся типовых схем. Если невозможно использовать типовую схему, то разрабатывают новую, принимая типовую за

основу. При этом вносят изменения. Ими могут быть: увеличение числа сепараторов при отсутствии предварительной очистки зерна в элеваторе, установка щеточных машин вместо обоечных. При систематическом поступлении зерна с содержанием минеральной примеси более 0,1 % рекомендуются два прохода камнеотделительных машин (особенно в восточных и некоторых южных районах и др.).

Схемы подготовки зерна для сортового и обойного помола ржи проектируют с применением шелушильно-шлифовальных машин А1-ЗШН-3.

При сортовых помолах пшеницы предусматривают в зависимости от производительности (свыше 200 т/сут) две параллельные технологические линии, а для производительности свыше 400 т/сут три и более для низко-стекловидного и высокостекловидного зерна с отдельным увлажнением и отволаживанием потоков. Отдельные потоки смешивают после завершения кондиционирования или перед I драной системой.

В двухсекционном мукомольном заводе обязательна передача в размольное отделение потоков зерна с различными технологическими свойствами и соответствующим посекционным размолом его. Увлажнение и отволаживание непрерывное. При этом загрузка бункеров должна быть равномерной.

Под бункерами для неочищенного зерна и отволаживания устанавливают дозаторы для регулирования количества выпускаемого зерна из каждого бункера.

Для увлажнения зерна при холодном кондиционировании рекомендуется пользоваться теплой водой, чтобы температура зерна на I драной системе была не менее 25 °С. Температура воздуха во влагоснимателях - 45...50°С.

Примеры технологических схем подготовки зерна к помолу приведены в приложениях А и Б.

### **3.2.1 Расчет вместимости бункеров подготовительного отделения мельницы**



**Расчет бункеров для неочищенного зерна.** Подготовленная партия зерна из элеватора поступает в бункера для неочищенного зерна. Их емкость должна быть в пределах 25-30 ч производительности зерноочистительного отделения.

Потребная емкость бункеров зависит от объемной массы зерна, продолжительности хранения. Количество бункеров – от расчетной емкости, формы и размеров бункера.

На мукомольных предприятиях чаще всего используют бункера из сборного железобетона, которые монтируют из отдельных элементов с размерами в плане 3х3 м. Высоту бункеров принимают в зависимости от производительности и этажности здания. Бункеры располагают со стороны элеватора в пределах 2-3 этажей по высоте (при 6-этажном здании на 3 этажа, при 5-этажном – на 2 этажа).

Вместимость бункера для неочищенного зерна рассчитывают по формуле:

$$V_p = \frac{Q_z * t}{\gamma * 24}, \quad (1)$$

где  $t$  – продолжительность хранения, ч;

$\gamma$  - объемная масса зерна, т/м<sup>3</sup> (для пшеницы 0,75, ржи 0,7, ячменя 0,65, овса 0,55 т/м<sup>3</sup>).

Учитывая влияние угла естественного откоса массы зерна и наличие в закромах так называемой строительной емкости, ее увеличивают на 20 %:

$$V_c = 1,2 * V_p, \quad (2)$$

Высота бункера  $h$  определяется как произведение количества этажей (обычно 3) на высоту одного этажа (обычно 4,8 м), на которых расположены

бункера.

Общая площадь, занимаемая бункерами:

$$S = Vc/h, \text{ м}^2 \quad (4)$$

Площадь сечения бункера:

$$S_1 = a*b, \text{ м}^2 \quad (5)$$

где  $a, b$  – размеры сторон (по 3 м).

Тогда количество бункеров будет равно:

$$N = S/S_1, \quad (6)$$

А фактическая строительная емкость бункеров будет равна:

$$V_{\text{факт}} = a*b*h*n, \text{ м}^3 \quad (7)$$

**Расчет бункеров для отволаживания зерна.** Расчет бункеров ведется аналогично расчету бункеров для неочищенного зерна, только берут другие размеры бункера – 1,5х1,5 м, продолжительность отволаживания ( $t$ ) - в зависимости от схемы подготовки зерна к помолу (таблицы 1 - 4). Рассчитывают количество бункеров для основного отволаживания и отволаживания перед 1 драной системой ( $t = 0,5$  ч).

Таблица 1 - Ориентировочные режимы холодного кондиционирования пшеницы при сортовых хлебопекарных помолах

Тип пшеницы	Стекловидность, %	Продолжительность первого отволаживания, ч	Рекомендуемая влажность зерна на I драной системе, %
-------------	-------------------	--	--

I	менее 40	4-8	14,5-15,0
	от 40 до 60	6-12	15,0-15,5
	более 60	10-16	15,5-16,0
III	менее 40	4-6	14,0-14,5
	от 40 до 60	6-10	14,5-15,0
	более 60	8-12	15,0-15,5
IV	менее 40	6-10	15,0-15,5
	от 40 до 60	10-16	15,5-16,0
	более 60	16-24	16,0-16,5

При «холодном» кондиционировании продолжительность второго отволаживания принимают 5-6 ч.

Если используют воздушно-водяные кондиционеры, продолжительность отволаживания должна быть вдвое меньше, чем при «холодном» кондиционировании.

Продолжительность первого отволаживания зерна после увлажнения при скоростном кондиционировании принимают: для пшеницы стекловидностью до 40 % 2-4 ч; 40-60 - 4- 5 ч и свыше 60 % 6-8 ч. Продолжительность второго отволаживания принимают 2- 4 ч.

Таблица 2 - Ориентировочные режимы холодного кондиционирования пшеницы при макаронных помолах

Тип пшеницы	Общий прирост влажности зерна, %	Основные этапы кондиционирования				Влажность на I драной системе, %
		первый		второй		
		влажность зерна, %	продолжительность отволаживания, ч	прирост влаги, %	продолжительность отволаживания, ч	

I, IV	менее 3,0	15,0-15,5	3-5	-	-	15,5-16,0
	3,0 и более	14,0-14,5	6-8	1,0-1,5	1-2	16,0-16,5
II	менее 3,0	15,5-16,5	4-8	-	-	16,0-16,5
	3,0 и более	14,5-15,0	8-12	1,5-2,0	2-4	16,0-17,0

Таблица 3 - Режимы кондиционирования зерна ржи при сортовых помолах

Исходная влажность зерна, %	основное увлажнение		увлажнение перед I драной системой	
	влажность зерна, %	продолжительность отволаживания, ч	прирост влаги, %	продолжительность отволаживания, мин
до 13,5	13,5-14,5	3,-6	0,3-0,5	15,-30
более 13,5	не производят		0,4-0,7	20-30

Таблица 4 - Режимы кондиционирования зерна пшеницы и ржи при обойных помолах

Культура	Влажность зерна, %	Продолжительность отволаживания, ч
Пшеница	до 14,0	2-3
Рожь	до 13,5	1-2

Под бункерами для неочищенного зерна и отволаживания устанавливают дозаторы для регулирования количества выпускаемого зерна, например ЗС-250 (4,5 т/ч), УРЗ-1С (2,2 т/ч).

### **3.2.2 Расчет и подбор оборудования зерноочистительного отделения мельницы**

На основании выбранной схемы подготовки зерна к помолу определяют

необходимое количество оборудования.

Производительность зерноочистительного отделения принимают на 10-20 % больше производительности размольного:

$$Q_3 = (1,1 \dots 1,2) * Q_p, \text{ т/сут} \quad (8)$$

Производительность автоматических весов определяют по емкости ковша и числу взвешиваний в минуту. При емкости ковша до 50 кг пшеницы число взвешиваний в минуту составляет до 3-х, а при емкости 100 кг – не более 2-х.

Потребное количество весов определяют по формуле:

$$N_B = \frac{1000 * Q_3}{24 * 60 * V * K}, \quad (9)$$

где V – емкость ковша, кг;

K – количество взвешиваний в мин.

Весы (АВ-50-3Э, Д-50) устанавливают в начале и конце технологической схемы для учета зерна и получаемых отходов.

Потребное количество зерноочистительного оборудования подбирают по расчетной производительности подготовительного отделения с учетом производительности самой машины.

$$N = Q_3 / q_m * 24, \quad (10)$$

где  $q_m$  – паспортная производительность машины, т/ч.

$Q_3$  – производительность зерноочистительного отделения, т/сут.

По данной формуле определяют количество устанавливаемых в зерноочистительном отделении сепараторов, обочных машин, триеров,

камнеотборников, моечных машин и другого оборудования.

В приложении В приведены марки и производительность зерноочистительного оборудования, используемого при подготовке зерна к помолу.

Для магнитной сепарации зерна и продуктов его переработки в мельницах следует предусматривать магнитные сепараторы высокой эффективности (У1-БМЗ-01, У1-БМП-01, БКМ). Их устанавливают после бункеров для неочищенного зерна, бункеров для отволаживания, перед машинами ударного действия (обоечными, машинами мокрого шелушения, энтолейтором) и на контроле кормовых зернопродуктов. Количество магнитных сепараторов находят по формуле 10.

Количество моечных машин определяют по вышеприведенной формуле, исходя из паспортной производительности одной машины, равной 144 т/сут.

Фактическую производительность каждой машины находят по формуле:

$$q_{\text{ф}} = Q_3 * N / 24, \quad (11)$$

Не допускается перегрузка машины, так как это может привести к снижению качества зерна и завалу машины.

Количество воды, необходимое для увлажнения зерна, вычисляют по формуле:

$$K = 1000 * Q_3 \left( \frac{100 - w_1}{100 - w_2} - 1 \right), \quad (12)$$

где  $W_1$  – первоначальная влажность зерна, %;

$W_2$  – конечная влажность зерна, %.

В зимнее время года зерно подогревают в подогревателе БПЗ-5 до +15...+18°C с целью улучшения поглощения влаги.

После подбора оборудования данные расчетов сводят в таблицу по следующей форме.

Таблица 5 - Оборудование подготовительного отделения мукомольного завода

Наименование оборудования	М	Количество	Производительность паспортная	Производительность фактическая
---------------------------	---	------------	-------------------------------	--------------------------------

### 3.2.3 Расчет и подбор оборудования для контроля отходов

В процессе подготовки зерна к помолу получают отходы I, II и III категорий, которые подлежат контролю для выделения из них годного зерна. Схему контроля показывают на общей схеме очистки и подготовки зерна к помолу.

Для контроля отходов, получаемых при очистке зерна, используют бураты, аспираторы, контрольные триеры и камнеотборники. При расчете технологического оборудования для контроля отходов пользуются формулами 10 и 11 для подсчета числа основного оборудования.

Рекомендуется принимать количество отходов I и II категорий 3 % при расчете линии контроля этих отходов. Количество отходов III категории - 1 % при расчете линии контроля таких отходов.

Отходы III категории (черная пыль, сход с приемных сит сепаратора) контролю и взвешиванию не подлежат.

Предусматривают измельчение отходов I и II категории в дробилках или вальцовых станках в подготовительном отделении мукомольного завода в изолированных помещениях или цехах отходов. Отходы из подготовительного отделения в цех передают преимущественно пневмотранспортом.

Отходы I и II категорий хранят в бункерах вместе с отходами других производственных цехов завода в общем цехе. В цехе отходов предусматривают механизацию отгрузки отходов I и II категорий насыпью на

автомобильный транспорт. Места отпуска отходов должны быть ограждены, чтобы исключить распространение пыли по территории. Отходы III категории хранят в отдельно стоящих бункерах и отгружают на автомобильный транспорт.

### **3.2.4 Расчет накопительных бункеров и бункеров для хранения отходов I, II и III категории**

Предусматривают бункер для отходов I и II категории (кзп) и бункер для отходов III категории.

Расчет количества бункеров для отходов ведут по формулам 1-6. Объемную массу отходов принимают: для отходов I и II категории  $\gamma = 0,35$  т/м<sup>3</sup>; для отходов III категории  $\gamma = 0,4$  т/м<sup>3</sup>.

Для каждой категории отходов предусматривают накопительный бункер на 10-12 ч работы завода. Размеры бункера 1,5x1,5, высота - 2 м.

Вместимость бункера для хранения отходов определяют из условия хранения трех-пятисуточного запаса. Размеры бункера 1,5x1,5, высота - 4,8 м.

### **3.3 Размольное отделение мельницы**

Технологический процесс размольного отделения должен быть спроектирован с расчетом получения наибольшего выхода муки высоких сортов.

В соответствии с заданием на проектирование (тип помола и производительностью завода) принимают за основу проектируемой схемы одну из схем, рекомендуемых в Правилах, а также в учебной, научной или справочной литературе. При необходимости в схему вносят коррективы с учетом особенностей задания. Примеры некоторых схем помола приведены в приложении 3.

При проектировании схемы технологического процесса используют



показатели построения схем помолов пшеницы и ржи, приведенные в таблице 6.

Таблица 6 - Количество систем в отдельных процессах помолов пшеницы и ржи

Тип помола	Наименование процессов			
	драной	шлифовочный	размольный	обогащения
<b>Сортовые х/п помолы пшеницы:</b>				
- с отбором муки в/с	4-6	2-6	8-12	7-16
- сокращенные без отбора муки в/с	4-5	1-2	5-6	2-3
- 85% помол в муку 2 сорта	4-5	-	4-5	2-3
<b>Макаронные помолы:</b>				
- твердой пшеницы	5-6	8-11	2-4	10-35
- мягкой пшеницы	5-6	6-8	4-6	25-28
<b>Сортовые помолы ржи:</b>				
- 63% в сеяную муку	4-5	-	5-6	-
- 80% в сеяную и обдирную муку	4-5	-	2	-
- 87% в обдирную муку	4-5	-	2	-

<b>Обойные помолы пшеницы и ржи</b>	3-4	-	-	-
-------------------------------------	-----	---	---	---

В схеме размола зерна показывают: условное изображение машин и систем, которые они обслуживают; направление (коммуникацию) всех промежуточных и конечных продуктов; число машин по каждой системе; номера технологических схем рассевов; расстановку сит в просеивающих и ситовеечных машинах; технические и кинематические параметры вальцовых станков (размер вальцов, число и уклон рифлей; взаиморасположение рифлей, окружную скорость быстровращающегося вальца, дифференциал).

В соответствии с Правилами для каждого вида помола рекомендуется примерная техническая характеристика рабочих органов основного оборудования. Вальцовые станки типа БВ, А1-Б3Н имеют размер вальцов 1000X250 мм; 800X250 мм; 600X250 мм. Рассевы используют шкафного типа ЗРШ-4М или ЗРШ-6М с площадью просеивающей поверхности ЗРШ-4М - 17 м<sup>2</sup>; ЗРШ-6М - 25,5 м<sup>2</sup>. Ситовеечные машины устанавливают двухъярусные ЗМС-2-2 и ЗМС-2-4, ширина приемного сита равна 800 мм.

Число ситовеечных систем зависит от стекловидности пшеницы, количества и качества получаемых крупок. На мукомольном заводе производительностью до 150 т/сут допускается проектировать общее сортирование в рассевах продуктов размола с крупных и мелких драных систем; более 150 т/сут - раздельный помол низкостекловидной и высокостекловидной пшеницы и формирование сорта муки двух потоков секций.

Кроме этого, необходим почасовой и посеционный весовой учет муки и отрубей в автоматических весах в размольном отделении мукомольного завода после контрольных рассевов. Для подачи муки в выбойное отделение после контрольных рассевов и взвешивания применяют механический транспорт.

Для выделения металломагнитных примесей, попадающих в продукты, устанавливают магнитные сепараторы перед вальцовыми станками и на контроле готовой продукции.

### **3.3.1 Расчет и подбор оборудования размольного отделения мельницы**

Оборудование, требующееся для размольного отделения рассчитывают на основе количественного баланса помола в соответствии с нагрузками для каждой системы с учетом структурно механических свойств продукта, поступающего на системы.

В приложении Г приведены марки и производительность основного технологического оборудования размольного отделения мельницы.

### **3.3.2 Составление количественного баланса помола**

Запись баланса ведут в виде таблицы-шахматки. В левой части таблицы (вертикально) записывают все технологические системы и нагрузки на них в процентах к 1 драной системе. В верхней строке также записывают все системы, кроме 1 др.с., а также готовую продукцию. Количество поступившего на каждую систему продукта записывается в строке против соответствующих систем. Сумма полученных продуктов (по горизонтали) должна быть равна количеству поступившего продукта (нагрузке по вертикали).

При разработке теоретического баланса помола руководствуются рекомендациями, изложенными в «Правилах организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах», по режимам измельчения на драных, шлифовочных и размольных системах, извлечению крупок, дунстов и муки, распределению продуктов на ситовеечных машинах и т.п. Особенностью методики является то, что количество поступающего на 1 др.с. зерна принимают за 100 %, хотя 2,9 % при сортовых помолах пшеницы и 3,4 % при ржаных помолах остается в подготовительном отделении в виде отходов и потерь, т.е. на 1 др.с. поступает 97,1 % при помоле пшеницы и 96,6 % при помоле ржи. При расчетах пользуются базисными показателями качества

зерна. Указанная особенность определяет необходимость пересчета запланированных выходов муки и отрубей так, чтобы их сумма была равна 100 %, т.е. количеству зерна, поступившего на 1 др.с. Потерями в размольном отделении в результате усушки пренебрегают.

Например, запланированный выход муки 75 %, в том числе, высшего сорта – 50 %, первого сорта – 20 %, второго сорта – 5 %, отрубей – 22,1 %. Всего 97,1 %.

Делаем перерасчет выходов. Общий выход муки составит:

$$97,1 \quad - \quad 100 \%$$

$$75 \quad - \quad x \%$$

$$X = 75 * 100 / 97,1 = 77,24 \%$$

$$\text{Выход муки высшего сорта: } X = 50 * 100 / 97,1 = 51,49 \%$$

$$\text{Выход муки первого сорта: } X = 20 * 100 / 97,1 = 20,6 \%$$

$$\text{Выход муки второго сорта: } X = 5 * 100 / 97,1 = 5,15 \%$$

$$\text{Выход отрубей: } X = 22,1 * 100 / 97,1 = 22,76 \%$$

$$\text{Итого: } 51,49 \% + 20,6 \% + 5,15 \% + 22,76 \% = 100 \%$$

Эти значения выходов должны быть получены при разработке баланса помола.

Перед тем, как приступить к разработке баланса очень важно учесть наличие заворотов, т.е. продуктов, возвращаемых с последних систем на предыдущие. Так, сходы с ситовечных машин после обогащения крупной и средней крупок возвращаются на 3 др. мелкую систему, сходы с контрольных рассевов возвращаются на размольные системы. Количество подобных заворотов для разных схем помола различно. Все их необходимо выявить в схеме, и вписать в таблицу-шахматку предполагаемую массу этих заворотов в соответствующие системы.

При разработке теоретического баланса помола пользуются «Правилами организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах» по режимам измельчения на драных, шлифовочных и размольных системах. Рекомендации по составлению баланса остальных систем приведены ниже.

Выход проходových фракций при обогащении в ситовейках по отношению к поступившему на систему продукту должен составлять: крупной крупки – 70-75 %, средней крупки 1-го качества – 75-80 %, средней крупки 2-го качества – 45-60 %, мелкой крупки 1-го качества – 80-85 %, мелкой крупки 2-го качества – 40-45 %, жесткого дунста – 80-95 %.

Проход бичевых (вымольных) машин должен составлять 10-20 % от поступающего продукта, а сход – 80-90 %.

В размольном процессе по мере продвижения от первых систем к последним выход сходового продукта возрастает от 10-12 % на 1, 2 р.с., до 20-25 % на последних размольных системах и до 35-45 % на сходовых системах, до 50-55 % на вымольных системах.

Количество сходового продукта с контрольных рассевов не должно превышать 5 % от поступающего продукта.

Тогда, при выходе муки высшего сорта сходы с отсева контроля этой муки составят:

$$100 \% - 51,49 \%$$

$$5 \% - x \%$$

$$X = 51,49 * 5 / 100 = 2,57 \%$$

$$\text{Сход с контроля муки 1 сорта: } X = 20,6 * 5 / 100 = 1,03 \%$$

$$\text{Сход с контроля муки 2 сорта: } X = 5,15 * 5 / 100 = 0,26 \%$$

Таким образом, количество муки, поступающее на контроль, должно быть выше расчетного на массу сходов, чтобы получить после контрольного отсева требуемый выход муки.

Делаем расчет: на контроль высшего сорта должно поступить по балансу – 51,49 % + 2,57 % = 54,06 %; на контроль 1 сорта – 20,6 % + 1,03 % = 21,63 %; на контроль 2 сорта – 5,15 % + 0,26 % = 5,41 %.

### 3.3.3 Расчет вальцовой линии

Расчетное значение длины вальцовой линии  $l$  (см) по каждой системе определяют по формуле:

$$l_{р.л} = Q_{зад} \cdot C_{п} \cdot 1000/100 \cdot q_{в.л}, \quad (13)$$

где  $l_{р.л}$  - расчетное значение длины вальцовой линии каждой конкретной системы, см;

$Q_{зад}$  – заданная производительность мукомольного завода, т/сут;

$C_{п}$  – количество продукта из баланса, поступающего на конкретную систему, %;

$q_{в.л}$  - удельная нагрузка на 1 см длины вальцовой линии конкретной системы, кг/сут (приложение Е или «Правила»).

Число вальцовых станков находят по формуле:

$$n = l_{р.л} / l_{в.ст}, \quad (14)$$

где  $l_{р.л}$  - расчетное значение длины вальцовой линии каждой конкретной системы, см;

$l_{в.ст}$  - длина мелющей линии вальцового станка, см.

Полученная расчетная длина вальцовой линии по системам для драных и размольных систем должна быть подобрана до фактической длины вальцовой линии, учитывая размеры вальцов (1000, 800 и 600 мм).

При сверке фактической длины вальцовых линий для драных и размольных систем с расчетной расхождения между этими двумя величинами не должны превышать 1м.

При подборе длины вальцов по системам целесообразно придерживаться

одного размера вальцов (1000x250, 800x250 или 600x250 мм). Допускается принимать 2 размера вальцов (1000 и 800 или 800 и 600).

Фактическую удельную нагрузку  $q_{\text{ф}}$  (кг/см·сут) на размалывающую поверхность определяют по формуле:

$$q_{\text{ф}} = Q_{\text{зад}} \cdot q_{\text{б}} \cdot 1000 / L_{\text{р}} \cdot 100, \quad (15)$$

где  $L_{\text{р}}$  - фактическая длина размалывающей линии, см;

$q_{\text{б}}$  – нагрузка на систему по балансу, %.

При наличии небольших расхождений расчет распределения вальцовой линии по системам считают правильным, в противном случае – переделывают.

Результаты расчета и подбора вальцовых станков для отдельных систем заносят в таблицу 7.

Таблица 7 - Данные по расчету и подбору вальцовых станков

Системы	Нагрузка по балансу, %	удельная нагрузка на систему по норме, (кг/см·сут)	Принятая величина удельной нагрузки на систему, (кг/см·сут)	Расчетная длина вальцовой линии, см	Вальцовые станки		Фактическая длина вальцовой линии, см	Фактическая нагрузка, (кг/см·сут)
					число	Размер, мм		
I др. с								
II др. с и т.д.								
1 р.								

с								
2								
р.с. и т.д.								

### 3.3.4 Расчет количества вымольных машин

Число вымольных машин определяется исходя из количества продукта по балансу (%), направляемого на машину, и часовой производительности машин (т/ч) по следующей формуле:

$$n = Q_{\text{зад}} \cdot C_{\text{п}} / q_{\text{маш}} \cdot 100 \cdot 24, \quad (16)$$

где  $Q_{\text{зад}}$  – производительность мукомольного завода, т/сут;

$C_{\text{п}}$  - количество продукта, поступающего на машину, %;

$q_{\text{маш}}$  – производительность машины, т/ч.

### 3.3.5 Расчет просеивающей поверхности

Расчет просеивающей поверхности ведут одним из вариантов:

1) Расчет просеивающей поверхности по каждой конкретной системе ( $F_{\text{р.п.}}$ ) находят по формуле:

$$F_{\text{р.п.}} = \frac{Q_{\text{ззз}} * C_{\text{п}} * 1000}{100 * q_{\text{р.п.}}}, \quad (17)$$

где  $Q_{\text{ззз}}$  – заданная производительность мукомольного завода, т/сут;

$C_{\text{п}}$  – количество продукта из баланса, поступающего на конкретную систему, %;

$q_{\text{р.п.}}$  - удельная нагрузка на просеивающую поверхность каждой



системы, кг/(м<sup>2</sup>\*сут) (приложение Е или «Правила»).

Количество рассевов:

$$n = F_{р.п.} / F_{рас} , \quad (18)$$

где  $F_{рас}$  - просеивающая поверхность рассева соответствующей схемы и марки, м<sup>2</sup>.

Фактическая просеивающая поверхность должна быть как можно ближе к расчетной. Результаты расчета и подбора рассевов для отдельных систем записывают в виде таблицы.

Таблица 8 - Расчет и подбор рассевов

С истема	Удел ная нагрузка на систему по норме, кг\м <sup>2</sup> сут	При нятая величина удельной нагрузки на систему кг\м <sup>2</sup> сут	Расч етная величина просеиваю щей поверхно- сти, м <sup>2</sup>	Рассевы		Фактиче ская величина просеивающе й поверхности, м <sup>2</sup>
				исло	прос ев. поверхнос ть, м <sup>2</sup>	

2) Если неизвестна удельная нагрузка на просеивающую поверхность по каждой системе, то расчет ведут следующим образом. Общую просеивающую

поверхность  $F_o$  ( $m^2$ ) находят по формуле:

$$F_o = Q_{\text{зад}} \cdot 1000 / q_o, \quad (19)$$

где  $q_o$  – общая удельная нагрузка на просеивающую поверхность, кг/( $m^2 \cdot \text{сут}$ ) (приложение Е или «Правила»).

Просеивающую поверхность для контроля готовой продукции  $F_k$  ( $m^2$ ) находят по формуле:

$$F_k = K \cdot F_o / 100, \quad (20)$$

где  $K$  – количество просеивающей поверхности для контроля систем (%), от 10 до 15 %.

$F_o$  - общая просеивающая поверхность,  $m^2$ .

Находят общую просеивающую поверхность без контроля по формуле:

$$F_{o.б.к.} = F_o - F_k, \quad (21)$$

Полученная величина общей поверхности без контроля распределяется между просеивающей поверхностью драных и размольных систем:

$$F_{o.б.к.} = F_{\text{др.}} + F_p. \quad (22)$$

Отношение просеивающей поверхности размольных систем к просеивающей поверхности драных систем представлено в «Правилах».

Расчетную просеивающую поверхность драного  $F_{\text{др}}$  и размольного  $F_p$  процессов вычисляют по формулам:

$$F_{др} = F_{о.б.к} / (n + 1), \quad (23)$$

$$F_{р.} = n (F_o - F_k) / (n + 1), \quad (24)$$

где  $n$  - принятое соотношение просеивающей поверхности по процессам данного помола.

Затем распределяют по системам просеивающую поверхность, пользуясь данными о процентном соотношении просеивающей поверхности на отдельных системах технологического процесса приведенными в Правилах организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах.

Количество рассевов с определенной просеивающей поверхностью рассчитывают по следующей формуле:

$$n = F_{р.п} / F_{рас.}, \quad (25)$$

где  $F_{р.п}$  - расчетное значение просеивающей поверхности по каждой конкретной системе,  $m^2$ ;

$F_{рас}$  - площадь просеивающей поверхности рассева,  $m^2$  (у ЗРШ4-4М - 18  $m^2$ , ЗРШ – 6М - 25,5  $m^2$ ).

Общее количество рассевов по схеме должно быть кратным 1.

Правильность расчета просеивающей поверхности проверяют по фактической удельной нагрузке ( $q_{ф}$ ) и фактическому соотношению просеивающей поверхности по процессам ( $n_{ф}$ ):

$$q_{ф} = Q_{зад} * 1000 / F_{ф}, \quad (26)$$

где  $F_{ф}$  - фактическое суммарное значение площади просеивающей поверхности всех систем технологического процесса,  $m^2$ ;

$$n_{\phi} = \frac{F_{\phi(p+шл)}}{F_{др.ф.}}, \quad (27)$$

$F_{др.ф.}$

где  $F_{\phi(p+шл)}$  - фактическая просеивающая поверхность размольного и шлифовочного процессов,  $m^2$ ;

$F_{др.ф.}$  - фактическая просеивающая поверхность систем драного процесса,  $m^2$ .

Полученные расчеты оформляют в виде таблицы.

Таблица 9 - Расчет и подбор рассевов

Системы	Соотношение просеивающей поверхности по системам по норме, %	Принятое соотношение просеивающей поверхности, %	Расчетная просеивающая поверхность, $m^2$	Рассевы		Фактическая просеивающая поверхность, $m^2$
				число секций	марка рассева	
Драного процесса, включая сортировочные						
<b>Итого по драному процессу</b>	100					
Шлифовочного и						

размоль- ного процессо в						
<b>Итого по шлиф. и разм.</b>						
Контроля готовой продукци и						
<b>Итого по контрол ю</b>	100					
<b>Всего по схеме помола</b>						

### 3.3.6 Расчет ситовечных машин

Для расчета ситовечных машин необходимы данные о количестве крупок, поступающих на каждую ситовечную систему (находят из количественного баланса помола), и удельные нагрузки на 1 см ширины приемного сита для различных по крупности и качеству фракций крупок (табл. 10 и 11).

Таблица 10 - Удельные нагрузки при обогащении крупок на ситовейках марки ЗМС

Характеристика крупок и дунстов	Удельная нагрузка на 1 см ширины приемного сита, кг/сут	
	для хлебопекарных помолов	для макаронных помолов
Крупная крупка	450-600	350-450
Средняя крупка	350-450	250-350
Мелкая крупка	275-350	150-250
Жесткий дунст	200-250	100-150
Крупки и дунсты второго качества	На 25 % меньше, чем продуктов первого качества	

Таблица 11 - Удельные нагрузки при обогащении крупок на ситовейках марки А1-БСО

Характеристика крупок и дунстов	Удельная нагрузка на 1 см ширины приемного сита, кг/сут	
	для хлебопекарных помолов	для макаронных помолов
Крупная крупка	600-700	350-450
Средняя крупка	500-600	250-300
Мелкая крупка	300-400	200-250
Дунсты	200-300	150-200

Расчетную ширину приемного сита ситовеечной системы при обогащении крупок находят по формуле:

$$V_c = \frac{Q_{зад} * C_n * 1000}{100 * q_c}, \quad (28)$$

где  $Q_{зад}$  – заданная производительность мукомольного завода, т/сут;

$C_n$  – количество крупок, поступающих на конкретную систему, %;

$q_c$  – удельная нагрузка на 1 см ширины приемного сита, кг/(см\*сут).

Число ситовеек:

$$n = V_c / B, \quad (29)$$

где  $V_c$  – расчетная ширина приемного сита ситовеечной системы, см;

$B$  – ширина приемного сита выбранной марки ситовеечной машины,

см.

Данные по расчету ситовеечных машин сводят в таблицу.

Таблица 12 - Расчет и подбор ситовеечных машин

Системы	Поступающий продукт	Количество поступающего на сито	Удельная нагрузка на 1 см ширины приемного сита по принятой удельной нагрузке, кг/см	Расчетная ширина приемного сита, см	Число ситовеек	Фактическая ширина приемного сита, см
СВ 1	Крупная крупка					
СВ 2 и т.д.	Средняя крупка и т.д.					
Всего						

Правильность расчетов проверяют по фактической удельной нагрузке

( $q_{\phi}$ ) и значению общей ширины сит ( $B_{o.c.}$ ), которые находят по формулам:

$$q_{\phi} = Q_{\text{зад}} * 1000 / B_{o.\phi}, \quad (30)$$

где  $B_{o.\phi}$  - фактическая ширина приемных сит ситовеечных машин, см.

$$B_{o.c.} = Q_{\text{зад}} * 1000 / q_o, \quad (31)$$

где  $q_o$  - общая удельная нагрузка на 1 см ширины приемного сита ситовеечной машины, кг/ (см\*сут) (для хлебопекарных помолов: 350- 450 кг/см\*сут; для макаронных помолов: 100-120 кг/см\*сут).

При правильно выполненных расчетах:  $q_o = q_{\phi}$  и  $B_{o.c.} = B_{o.\phi}$ .

Общее число ситовеечных машин по схеме помола должно быть кратным 1.

Весовое и магнитное оборудование для размольного отделения рассчитывают по формулам для зерноочистительного отделения.

Данные расчета и подбора оборудования размольного отделения сводят в таблицу.

Таблица 13 - Оборудование размольного отделения

Наименование	Марка	Количество	Производительность	
			паспортная	фактическая

### 3.4 Выбор и упаковка готовой продукции

В выборном отделении предусмотрены следующие операции: формирование сортов муки из отдельных компонентов; выбор муки в тару, хранение и отпуск упакованной продукции; фасовка муки и манной крупы в



мелкую тару, хранение и отпуск фасованной продукции; бестарное хранение и отпуск отрубей.

Соотношения объемов бестарного и тарного хранения муки, количество продукции, отпускаемой на железнодорожный и автомобильный транспорт, устанавливается заданием на проектирование.

Помещение для выбоя, фасовки муки необходимо изолировать от основных производственных и складских помещений тарного хранения готовой продукции.

В мукомольных заводах небольшой производительности, при отсутствии необходимых условий для бестарных перевозок, отпуск и хранение готовой продукции не проектируют. Выбойное отделение в этом случае совмещают с размольным отделением. Для сокращения числа транспортных механизмов рекомендуется выбойное отделение располагать со стороны размольного отделения мукомольного завода.

Технологическая схема выбойного отделения представлена в приложении Д.

### **3.4.1 Расчет вместимости и количества бункеров для готовой продукции**

Работу выбойного отделения следует предусматривать в одну или две смены в зависимости от производительности предприятия, с учетом наиболее полного использования установленных выбойных аппаратов. Вместимость бункеров для каждого сорта муки  $V$  (м<sup>3</sup>) определяют по формуле:

$$V = \frac{Q_{зад} * \tau * C_{п}}{\gamma * 24 * 100 * K_{и}} , \quad (32)$$

где  $Q_{зад}$  - заданная производительность мукомольного завода, т/сут;

$\tau$  - время нахождения муки в бункерах, ч; (18...20 ч при работе предприятия в одну смену; 10... 12 ч - в две смены);

$C_{п}$  - выход муки, %;

$\gamma$  - объемная масса муки данного сорта, т/м<sup>3</sup>;

$K_{и}$  - коэффициент использования вместимости бункеров; 0,8...0,85.

Необходимое число бункеров для каждого сорта муки зависит от размеров бункера в плане и его высоты. Размеры железобетонных бункеров в плане 3X3 м. Бункера небольшой вместимости проектируют металлическими круглого сечения диаметром 1- 2 м.

Высота бункера зависит от высоты этажей производственного здания. Обычно - не более 2-х этажей при высоте каждого этажа 4,8 м.

Вместимость одного бункера  $V_1$  (м<sup>3</sup>) вычисляют по формуле:

$$V_1 = a*b*h, \quad (33)$$

где  $a$ ,  $b$  – размеры сторон бункера, м;

$h$  - высота бункера, м.

Количество бункеров для каждого сорта муки:

$$n = V/V_1, \quad (34)$$

Хранение отрубей следует проектировать в бункерах в общем корпусе готовой продукции с устройством для механизированной отгрузки отрубей насыпью в автомобили и в вагоны через боковые и верхние люки. Бункера для отрубей проектируют из расчета хранения четырехсуточного запаса, а при наличии на территории комбикормового цеха - двухсуточного запаса.

### **3.4.2 Расчет и подбор оборудования выборного отделения**

Производительность и тип оборудования для фасовки муки подбирают в соответствии с объемом тарных операций. По нормам технологического проек-

тирования для каждого сорта муки выделяют отдельный весовыбойный аппарат. Кроме того, предусматривают упаковку сортовой пшеничной, ржаной, макаронной муки, а также манной крупы в мешки массой 50 кг; обойной пшеничной, обойной ржаной, ржаной обдирной и ржано-пшеничной муки в мешки массой 45 кг.

Число весовыбойных аппаратов рассчитывают по формуле:

$$N = \frac{1000 * Q_{зад} * C_n}{100 * \tau * p * q_{в.а.}}, \quad (35)$$

где  $C_n$  - количество муки каждого сорта, подлежащей упаковке в мешки, %;

$\tau$  - время работы выбойного отделения (7...14 ч);

$q_{в.а.}$  - производительность весовыбойного аппарата (взвешиваний в час - 120);

$p$  - масса мешка с продукцией, кг;

$Q_{зад}$  - производительность завода, т/сут.

Упакованные мешки из-под каждого весовыбойного аппарата через контрольные платформенные весы ленточные конвейеры подают к зашивочной машине. При установке высокопроизводительных карусельных весовыбойных аппаратов применяют один аппарат, который попеременно фасует разные сорта муки.

Число зашивочных машин  $n$  зависит от числа сортов муки и производительности завода:

$$n = \frac{1000 * Q * C_n}{100 * \tau * q * p}, \quad (36)$$

где  $q$  - производительность зашивочной машины; 500 мешков/ч;

$p$  - масса мешка, кг.

Одна зашивочная машина обслуживает не более трех весовыбойных аппаратов. Предусматривают дополнительно одну резервную зашивочную машину.

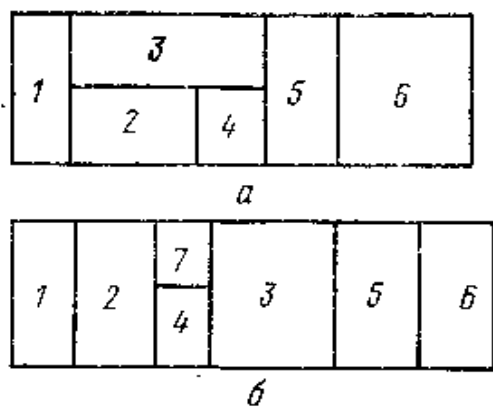
Для контроля металломагнитных примесей на каждом виде и сорте готовой продукции устанавливают электромагнитные аппараты или другой тип магнитной защиты.

## **4 Объемно-планировочные решения**

### **4.1 Взаимная увязка цехов мукомольного завода**

Взаимная увязка цехов по подготовке, переработке и упаковке готовой продукции зависит от ее вида, назначения и производительности предприятия. Подготовительное, размольное и выбойное отделения мукомольного завода располагают в порядке последовательности этапов производственного процесса.

Взаимное расположение подготовительного и размольного отделений должно быть увязано с подачей зерна из элеватора по наикратчайшему пути. Поэтому подготовительное отделение, как правило, находится со стороны элеватора. На рисунке показаны варианты расположения основных цехов мукомольных заводов производительностью до 250 т/сут обойного или обдирного помолов пшеницы и ржи, а также сортового помола этих культур. Наиболее типично последовательное расположение основных цехов.



- 1 - бункера для неочищенного зерна;
- 2 - подготовительное отделение;
- 3 - размольное отделение;
- 4 - лестничная клетка;
- 5 - выбойное отделение;
- 6 - склад бестарного и тарного хранения муки;
- 7 - бункера для отволаживания.

а - параллельное;

б - последовательное.

Рисунок 1 - Варианты расположения основных цехов мельницы

Между подготовительным и размольным отделениями проектируют лестничную клетку, производственную площадь за лестничной клеткой обычно используют для размещения бункеров для отволаживания зерна.

При производительности мукомольного завода свыше 250 т/сут сортового помола пшеницы увеличивается число основного оборудования, что усложняет равномерную загрузку оборудования. В этом случае целесообразно распределять все имеющееся оборудование во всех отделениях на самостоятельные параллельные секции. Обоснованием для устройства отдельных секций служит также потребность в раздельной подготовке пшеницы различных типов (мягкой и твердой), их раздельный помол, потребность в одновременной переработке различных зерновых культур.

#### 4.2 Нормы проходов между оборудованием

Расположение оборудования должно соответствовать правилам техники безопасности и производственной санитарии.

При установке стационарного оборудования в производственном здании мукомольного завода должны быть предусмотрены следующие свободные про-

ходы и разрывы.

Поперечные и продольные проходы, связанные с выходами на лестничные клетки или в смежные помещения, а также между группами машин или станков должны быть шириной не менее 1 м, а между отдельными машинами и станками — шириной не менее 0,8 м. Установка группами рассевов, сепараторов, обоечных и моечных машин, а также другого оборудования, требующего подхода к нему для обслуживания со всех сторон, не допускается.

Вальцовые станки можно размещать группами при условии, если в каждой группе будет не свыше пяти станков общей длиной вместе с электродвигателями не более 15 м.

Продольные и поперечные проходы между стенами здания и сепараторами шкафного типа или рассевами принимают не менее 1,25 м, проходы между рассевами типа ЗРШ по их короткой стороне делают не менее 1,15 м, по длинной стороне 1 м (при однорядном расположении рассевов); при двухрядном продольном расположении рассевов по их короткой и длинным сторонам проходы не должны быть менее 1,15 м. На площадках, помостах и галереях для обслуживания машин и механизмов (головок норий, шнеков и т. п.) продольные и поперечные проходы делают шириной не менее 0,8 м; размещать самотечные трубы и другое оборудование в проходах не разрешается.

Самотечные трубы, продуктопроводы, воздухопроводы, норийные трубы можно располагать около стен с разрывом от них не менее 0,25 м.

Горизонтальные аспирационные воздухопроводы нужно располагать не выше 3 м от уровня чистого пола. Проходы не менее 0,7 м около башмака нории делают с трех сторон, подлежащих обслуживанию. Для удобства обслуживания головок норий расстояние от перекрытия или площадки до оси головок должно быть не более 1,5 м.

При размещении сепараторов и других машин с выдвигаемыми ситовыми рамами учитывают возможность замены сит. Для этого предусматривают

проходы со стороны выемки сит 1,2 м, с боковых сторон 1 м, со стороны выпуска зерна не менее 0,8 м.

### **4.3 Компоновка бункеров и оборудования зерноочистительного отделения**

Технологическое и пневмотранспортное оборудование подготовительного отделения мукомольного завода размещают в соответствии с принятой поэтажной схемой технологического процесса подготовки зерна к помолу и требованиями, предъявляемыми к установке оборудования. На поэтажной схеме указывают не только расположение оборудования по этажам, но и число вертикальных подъемов, обеспечивающих перемещение зерна по всем машинам. Поэтажную схему подготовительного отделения разрабатывают так, чтобы число вертикальных подъемов было минимальным. Поэтому необходимо очень внимательно компоновать машины по этажам, сопоставляя различные варианты для выбора наиболее рационального.

На мукомольном заводе сортового помола пшеницы производительностью свыше 250 т/сут следует предусматривать отдельную параллельную подготовку к помолу зерна с разными структурно-механическими свойствами (высокостекловидное, средней стекловидности, низкостекловидное). Для заводов производительностью менее 250 т/сут целесообразно применять последовательную подготовку к помолу двух партий зерна. В этом случае смешивают отдельно подготовленные партии после бункеров основного отволаживания.

Бункера для неочищенного зерна располагают, как правило, по ширине здания со стороны элеватора в один или два ряда и по высоте в пределах двух-трех этажей (обычно четвертый и пятый, что позволяет использовать нижележащие этажи для дозаторов, шнеков, автоматических весов, подогревателей зерна, башмаков норий).

При установке бункеров для отволаживания зерна используют несколько

вариантов: со стороны размольного отделения за лестничной клеткой или рядом с бункерами для неочищенного зерна по ширине здания. Высоту этих бункеров принимают в пределах двух этажей. Для транспортирования зерна в подготовительном отделении применяют механический транспорт (нории), а при подъеме зерна после обочных и щеточных машин рекомендуется использовать пневмотранспорт.

Для одновременного выпуска зерна из бункеров размером 1,5х 1,5 м предусматривают в днищах не более 5 отверстий.

Одноименные машины размещают в пределах одного этажа.

Оборудование, участвующее в предварительной очистке зерна (отделение сорных примесей), располагают ближе к закромам для неочищенного зерна, а оборудование, участвующее в окончательной очистке зерна и подготовке его к размолу, - ближе к закромам для отволаживания зерна, т. е. ближе к размольному отделению.

Моечные и увлажнительные машины располагают (5-6 этаж) над закромами для отволаживания зерна, чтобы не допускать транспортировку зерна с повышенной влажностью. Моечные машины изолируют от остального оборудования, чтобы выделяемый отжимной колонкой влажный воздух не распространялся по всему зданию и не ухудшал бы санитарное состояние здания. При скоростном кондиционировании моечную машину располагают после кондиционера (3-4 этаж).

Под моечными машинами на нижележащем этаже размещают зерноуловитель, а под ним аппараты для отжима и сушки отходов, выделенных в зерноуловителе. Обычно это трехъярусные шнековые сушилки.

Пневматические обочные и щеточные машины устанавливают на первом этаже, над ними обязательно монтируют магнитные аппараты. Дисковые триеры и аспирационные колонки для контроля отходов обычно устанавливают по высоте в два яруса, что позволяет более экономно использовать производственную площадь.

Оборудование для контроля отходов устанавливают на верхних этажах.



Это обеспечивает транспортировку отходов в цех отходов или в комбикормовый цех без дополнительных транспортных механизмов,

Для улучшения естественного освещения этажа высокие машины располагают в средней части здания, а приводные механизмы машин целесообразно устанавливать против оконных проемов для улучшения освещенности узлов машины, требующих обслуживания в процессе их работы.

Фильтры, циклоны и вентиляторы желательнее размещать на этаже, где смонтированы обслуживаемые ими машины, или на ближайшем этаже.

Машины, имеющие контрольные приборы (счетчики автоматических весов, циферблаты расходомеров и т. д.), располагают ближе к окнам. Фильтры, циклоны и пылеотделители, имеющие высоту более 3,5 м, должны быть ближе к центру здания или около торцовых стен, так как они могут уменьшить освещенность.

Длину подготовительного отделения определяют по этажу, на котором установлено оборудование, имеющее наибольшие габариты: сепараторы, камнеотделительные, моечные машины и др. Размещают оборудование по этажам, соблюдая вертикальную и горизонтальную взаимосвязь машин.

#### **4.4 Компоновка оборудования размольного отделения мельницы**

Оборудование в размольном отделении размещают так, чтобы промежуточные продукты размола перемещались по наикратчайшему пути. Основное условие - однотипное оборудование должно быть на одном этаже. Выбирая вариант расположения оборудования, следует учитывать число этажей. Число пролетов в поперечном разрезе мукомольного завода определяют, исходя из числа вальцовых станков, рассевов и другого основного технологического оборудования.

При проектировании мукомольного завода, насчитывающего до 12 вальцовых станков, принимают здания с сеткой колонн 6X6 м. Для мукомольных заводов большой производительности могут быть использованы

трехпролетные здания с сеткой колонн 6X9 м. Продуктопроводы или нории устанавливают в ряд в средней части здания или около продольных стен. Число рядов этих механизмов зависит от числа рядов вальцовых станков и рассевов. Эти механизмы должны быть расположены ближе к вальцовым станкам и рассевам.

Оборудование в размольном отделении размещают по этажам следующим образом: на первом вальцовые станки, на втором магнитные колонки (распределительный этаж), на третьем ситовые машины, на четвертом рассевы, на пятом разгрузители. Диктующими этажами могут быть этаж вальцовых станков или рассевов (для макаронного помола может быть этаж ситовых машин). Поэтому компоновку оборудования начинают с вальцового и рассевного этажей.

Ширину и длину размольного отделения мукомольного завода определяют по вальцовому этажу.

Вальцовые станки устанавливают в один, два, три и четыре ряда в группы: по два, три, четыре станка в группе.

Рассевы в группы не объединяются, а размещаются на этаже в один, два, три и четыре ряда. Рассевной этаж обычно находится под этажом циклонов-разгрузителей.

Ситовые машины для обслуживания требуют свободного прохода со всех сторон. Компоновку ситовых машин уточняют при разработке коммуникации продуктов. Во всех случаях необходимо обеспечить поступление крупок и дунстов из рассевов в ситовые машины, а также из них в вальцовые станки шлифовочных и размольных систем с использованием гравитационного транспорта (самотеком) и с минимальным числом продуктопроводов или других транспортных средств.

Ситовые машины рекомендуется размещать приемными устройствами к окнам, в два ряда: один ряд под рассевами драной линии и другой ряд под рассевами размольной линии. Ситовые машины можно устанавливать на одном этаже с рассевами, если число их не превышает одну-две.

Вымольные машины монтируют обычно на этаже, где установлены ситовые машины, или на этаже магнитных сепараторов. Это позволяет направить в них продукт самотеком.

Весовое оборудование устанавливают на этаже, где находятся ситовые машины, под контрольными решетками так, чтобы мука самотеком поступала в весы. Допускается компоновка весового оборудования на этаже магнитных колонок. Автоматические весы должны находиться ближе к нориям, которые подают продукт в выбойное отделение. Для работы автоматических весов необходимо устанавливать бункера над и под весами.

Магнитные колонки располагают на втором или третьем этаже непосредственно над приемным устройством вальцового станка так, чтобы оси магнитной колонки и оси вальцового станка совпали.

Пневмотранспортное оборудование устанавливают на пятом или шестом этаже в два, три, четыре ряда, непосредственно над приемными устройствами решеток, объединяя их в отдельные группы с шириной прохода между группами не менее 0,8 м.

Фильтры, пылеотделители размещают на этаже, где установлены циклоны-разгрузители и ситовые машины для уменьшения длины воздуховодов. Расположение фильтров под решетками не рекомендуется, так как это ухудшит условия выпуска продуктов из решеток и установку самотечных труб.

#### **4.5 Компоновка оборудования выбойного отделения**

Компоновка оборудования выбойного отделения определяется автоматичностью производственного процесса. Основным требованием к размещению оборудования является создание условий работы, полностью исключающих применение физических усилий рабочих по перемещению заполненных мешков. Один рабочий обслуживает от двух до трех весовыбойных аппаратов. Поэтому их расположение должно обеспечить мини-

мальное число движений рабочего.

Примерное расположение оборудования по этажам выбойного отделения может быть следующее. На первом этаже размещают бобинорезальную машину, пакетформирующий автомат. Готовые пакеты поднимают на второй этаж небольшими лифтами (магазинного типа). На втором этаже находятся весовыбойные аппараты на расстоянии 3 м друг от друга, порционные весы, которые располагают на площадке, мешкозашивочная машина, установленная на расстоянии 1,2 м от оси весовыбойного аппарата.

На этом же этаже смонтировано оборудование для упаковки муки в мелкую тару (Т-БРА).

На третьем этаже расположены бункера над весовыбойными аппаратами для муки и крупы, дозаторы, аэрожелоба, установки для отпуска отрубей на железнодорожный транспорт. На четвертом этаже размещены электромагнитные сепараторы, магнитные колонки, аэрожелоба, делительные клапаны, при помощи которых необходимое количество муки каждого сорта направляют в бункера перед фасовочными аппаратами. На пятом этаже устанавливают вспомогательное и вентиляционное оборудование.

Поступление порожних мешков предусматривают через грузовой лифт отгороженного сеткой помещения, примыкающего к выбойному отделению склада готовой продукции. Откуда при помощи монорельса тару подвозят к весовыбойным аппаратам. В складах для тарного хранения готовой продукции необходимо предусматривать комплексную механизацию всех складских и отгрузочных операций, а также место для установки пакетформирующей машины с учетом возможности ее обслуживания.

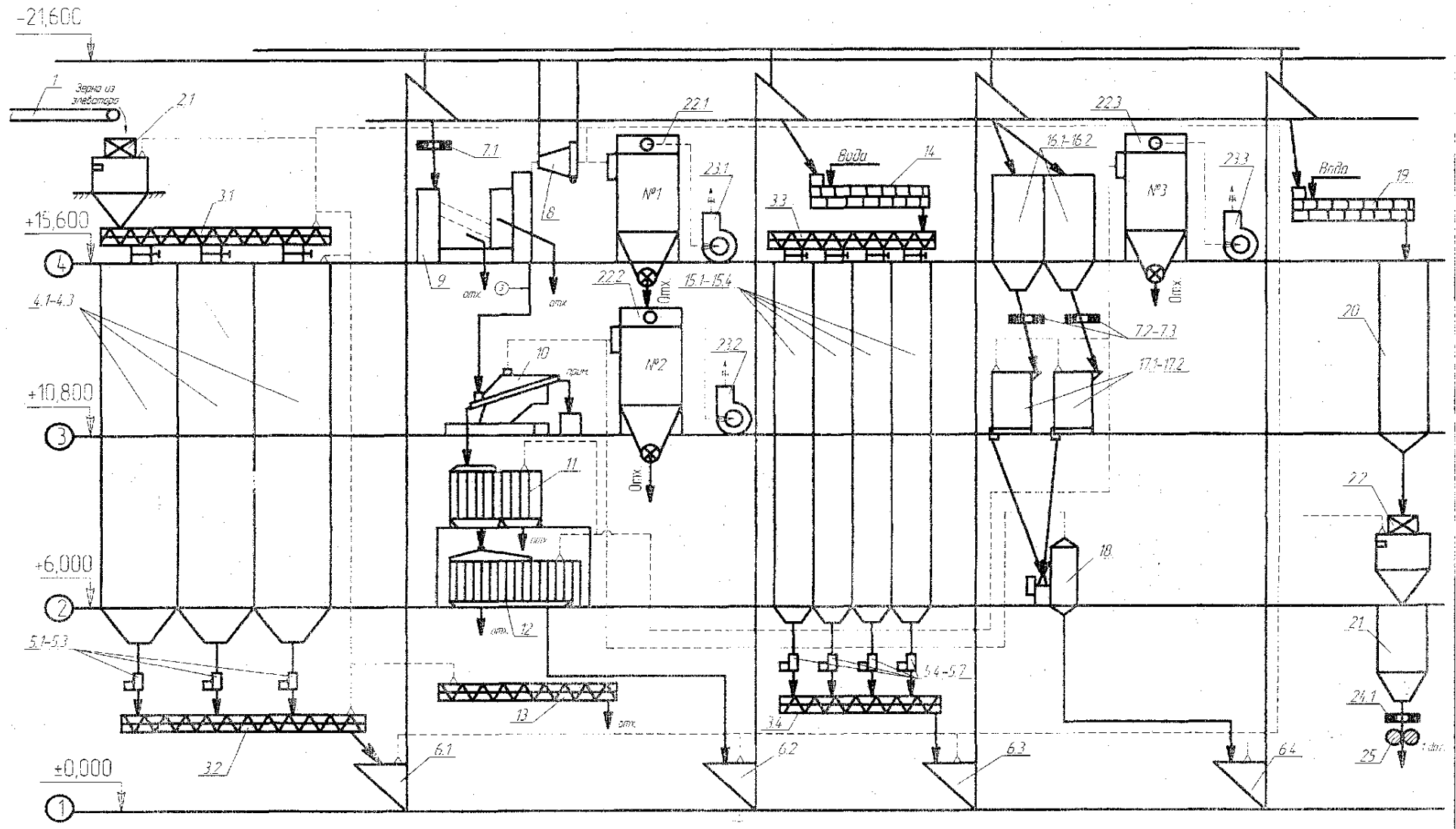
## Список литературы

- 1 Волошин, Е. В. Внутренняя и внешняя работа элеватора : учебное пособие / Е. В. Волошин. — Оренбург : ОГУ, 2019. — 103 с. — ISBN 978-5-7410-2255-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/159966> (дата обращения: 30.03.2021).
- 2 Волошин, Е. В. Элеваторы и склады. Расчет основного технологического оборудования : учебное пособие / Е. В. Волошин. — Оренбург : ОГУ, 2019. — 98 с. — ISBN 978-5-7410-2421-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/159997> (дата обращения: 30.03.2021). Войсковой, А. И. Хранение и оценка качества зерна и семян : практикум : учебное пособие / А. И. Войсковой, А. Е. Зубов. — Ставрополь : СтГАУ, 2005. — 112 с. <https://e.lanbook.com/book/5714> (дата обращения: 26.04.2021).
- 3 Технологическое оборудование хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств. Лабораторный практикум : учебное пособие / Г.О. Магомедов [и др.].. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2017. — 184 с. Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/70818.html> (дата обращения: 30.03.2021).
- 4 Радионова, И.Е. Проектирование предприятий отрасли : учебно-методическое пособие / Радионова И.Е.. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2014. — 82 с. Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/67589.html> (дата обращения: 30.03.2021).
- 5 Руководство по выполнению курсового проекта по дисциплине «Проектирование предприятий отрасли» : учебное пособие / А. А.

Шевцов, Л. И. Лыткина, Е. С. Шенцова, А. В. Дранников. — Воронеж : ВГУИТ, 2011. — 124 с. Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/7658> (дата обращения: 30.03.2021).

- 6 Руднев, С. Д. Основы проектирования предприятий пищевой промышленности: : учебное пособие / С. Д. Руднев, В. И. Петров. — Кемерово : КемГУ, 2016. — 168 с. — ISBN 978-5-89289-946-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/99562> (дата обращения: 30.03.2021)

# Приложение А



Технологическая схема подготовки зерна ржи к сортовому помолу

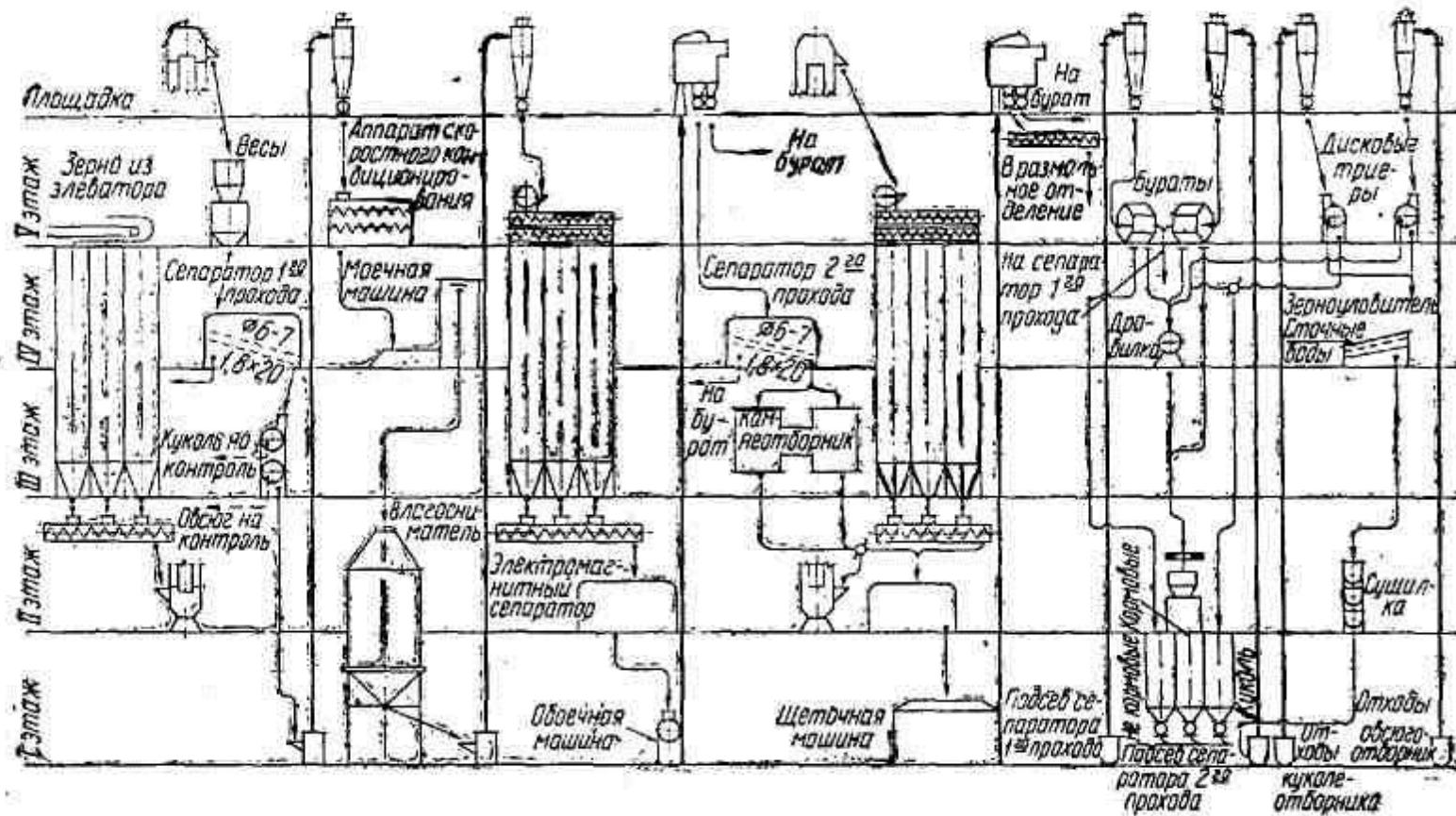
Спецификация к приложению А :

- 1 - ленточный конвейер;
- 2.1, 2.2 - автовесы;
- 3.1-3.4 - винтовой конвейер;
- 4.1-4.3 - бункера для неочищенного зерна;
- 5.1 - 5.7 - дозатор УРЗ-1;
- 6.1 - 6.4 - нория;
- 7.1 - 7.3 - магнитный сепаратор;
- 8 - циклон горизонтальный А1-БЛЦ;
- 9 - воздушно-ситовой сепаратор А1-БЛС-12;
- 10 - камнеотборник РЗ-БКТ;
- 11 - триер-куколеотборник А9-УТК-6;
- 12 - триер-овсюгоотборник А9-УТО-6;
- 13 - винтовой конвейер для отходов;
- 14 - увлажнительная машина А1-БШУ-2;
- 15.1 - 15.4 - бункера для отволаживания;
- 16.1 - 16.2 - оперативные бункера;
- 17.1 - 17.2 - шелушильно-шлифовальная машина А1-ЗШН-2;
- 18 - воздушный сепаратор РЗ-БАБ;
- 19 - увлажнительная машина А1-БШУ-1;
- 20 - бункер для доувлажнения;
- 21 - бункер перед I драной системой;
- 22.1 - 22.3 - фильтр-циклон РЦИ;
- 23.1 - 23.3 - вентилятор ВЦП;
- 24.1 - магнитный сепаратор;
- 25 - вальцовый станок.





Приложение Б



Технологическая схема подготовки зерна пшеницы к сортовому помолу

## Приложение В

### Перечень оборудования зерноочистительного отделения мельницы

Наименование оборудования	Марка	Производительность, т/ч
Сепаратор зерноочистительный	A1-БИС-12	12
	A1-БЛС-12	12
	A1-БИС-16	16
Камнеотборник	P3-БКТ-100	9
	P3-БКТ-150	12
	У21-БКТ-100	9
Концентратор	A1-БЗК-9	9
	A1-БЗК-18	12,7
Триер	A9-УТО-6	6
	A9-УТК-6	6
	A9-УТО-12	12
	A9-УТК-12	12
Обочная машина	P3-БМО-6	6
	P3-БМО-12	12
	P3-БГО-6	3-5
	P3-БГО-8	
Щеточная машина	A1-БЦМ-6	6
	A1-БЦМ-12	12
Машина шелушильно-шлифовальная	A1-ЗШН-3	3-4
Аспиратор зерновой	P3-БАБ	10,5
Колонка аспирационная	У1-БКА	11,8
Моечная машина	Ж9-БМБ	12

Машина для увлажнения зерна	A1-БШУ-1	12
	A1-БШУ-2	6
Машина для мокрого шелушения зерна	A1-БМШ	5,2
Аппарат для дополнительного увлажнения зерна	A1-БАЗ	12
	A1-БУЗ	6
Подогреватель зерна	БПЗ	5
Энтолейтор	РЗ-БЭЗ	9
Сепаратор магнитный	У1-БМЗ-01	3
	У1-БМП-01	1

## Приложение Г

### Перечень оборудования размольного отделения мельницы

Наименование оборудования	Марка	Производительность, т/ч
Станок вальцовый	A1-БЗН	3,5
	A1-БЗ-2Н	
	A1-БЗ-3Н	
	A1-БЗ-4Н	
	Р6-БЗ-5Н-80	3,3
	Р6-БЗ-5Н-100	4,17
	ЗМ2-25-80	3,3
	ЗМ2-25-100	4,17
	БВ2-25-80	3,3
	БВ2-25-100	4,17

Рассев	РЗ-БРВ	13,3
	ЗРШ-4-3М	14,0
	ЗРШ-4-4М	14,0
	А1-БРШ-4	17,3
	РЗ-БРБ	20,0
	ЗРШ6-3М	21,0
	ЗРШ6-4М	21,0
	А1-БРШ-6	21,0
Машина ситовая	А1-БСО	2,0
	А1-БС2О	2,2
Энтолейтор	РЗ-БЭРМ	1,5-2,3
	РЗ-БЭМ	8-10
Деташер	А1-БДГ	0,4-0,6
Машина вымольная	А1-БВГ	0,9-1,6
Вибросито цилиндрическое	РЗ-БЦА	0,6
Машина просеивающая	А1-БПК	36,0
Сепаратор магнитный	У1-БМП	11,0
	У1-БММ	8,0
	У1-БМЗ	2,0

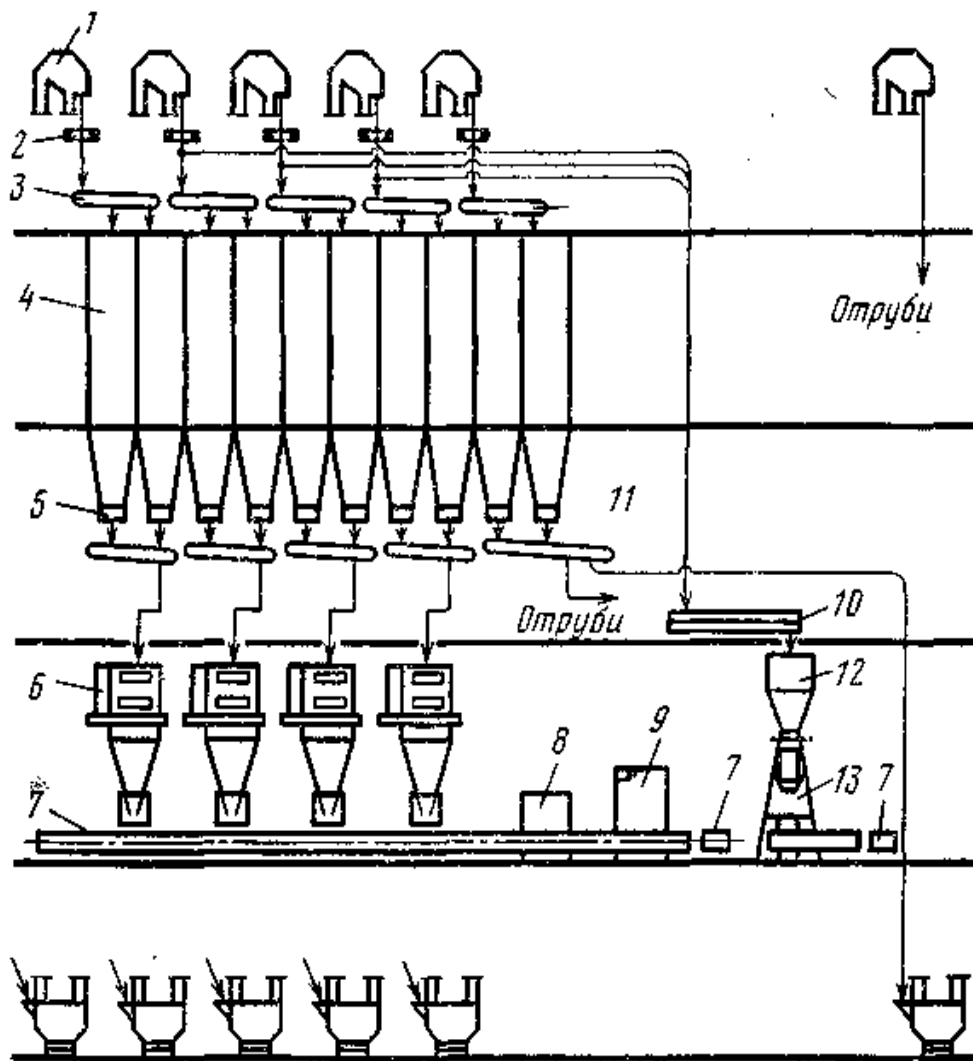


Схема технологического процесса выбойного отделения мукомольного завода

- 1 - нории;
- 2 - магнитные сепараторы;
- 3 - аэрожелоба;
- 4 - бункера над весовыбойными аппаратами;
- 5 - дозаторы;
- 6 - весовыбойные аппараты;
- 7, 10 - ленточные конвейеры;
- 8 - весы;
- 9 - мешкозашивочная машина;

- 11 - продуктопровод;  
 12 - бункер над фасовочным аппаратом;  
 13 - фасовочный аппарат.

Приложение Е

Ориентировочные нагрузки по системам для многосортных хлебопекарных помолов пшеницы

Наименование системы	Удельная нагрузка на вальцовую линию, кг/(см*сут)	Удельная нагрузка на просеивающую поверхность, кг/(м <sup>2</sup> *сут)
Дранные:		
I	700-900	18700-22000
II	500-650	13200-16500
III	300-450	9000-12000
IV	250-300	7700-8800
V	200-250	4400-5500
VI	120-150	до 4440
Сортировочные:		
1, 2-я	-	4400-6600
3-я	-	4400-5500
4-я	-	3300-4400
5-я	-	до 3300
Шлифовочные:		
1-я	300-400	6600-8800
2-я	300-350	6600-8800
3-я	300-350	6600-8800
4-я	200-300	5500-6600
Размольные:		

1,2-я	200-250	6600-8800
3,4-я	150-200	6600-8800
1-я сходовая	150-180	5500-6600
5-я размольная	150-180	5500-6600
6,7-размольные	120-180	4400-5500
2-я сходовая	130-140	4400-5500
8,9-я размольные	110-125	3300-4400
Вымольная	100	2200-3600

## Приложение Ж

Ориентировочные нагрузки по системам для макаронных помолов пшеницы

Наименование системы	Удельная нагрузка на вальцовую линию, кг/(см*сут)	Удельная нагрузка на просеивающую поверхность, кг/(м <sup>2</sup> *сут)
Дранные:		
I	700-900	18700-22000
II	500-650	13200-16500
III	300-450	9000-12000

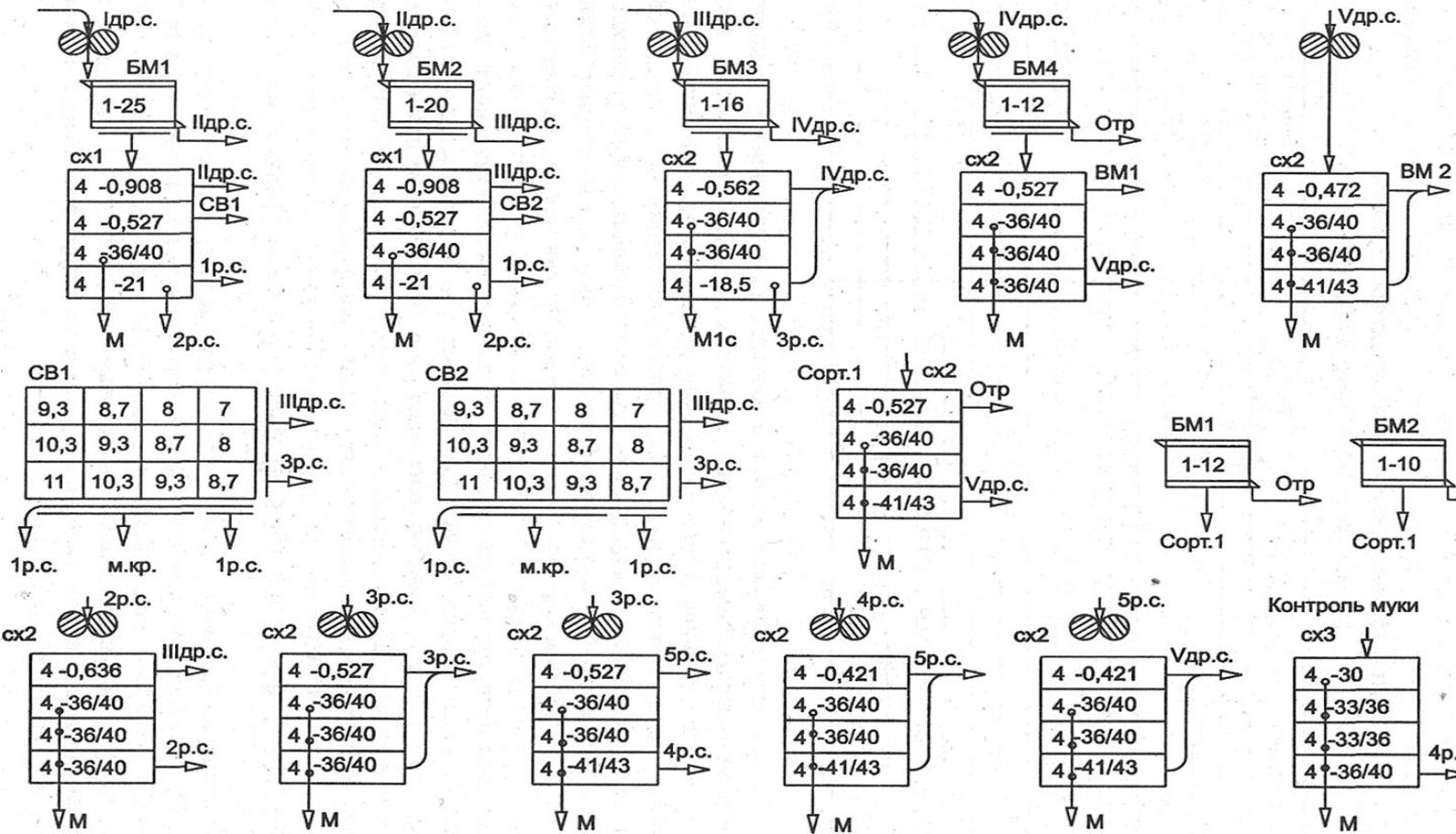


IV	250-300	7700-8800
V	200-250	4400-5500
VI	120-150	до 4440
Сортировочные:		
1, 2-я	-	4400-6600
3-я	-	4400-5500
4-я	-	3300-4400
5-я	-	до 3300
Шлифовочные:	300-400	6600-8800
1-я		
2-я	300-350	6600-8800
3-я	300-350	6600-8800
4-я	200-300	5500-6600
Размольные:		
1,2-я	200-250	6600-8800
3,4-я	150-200	6600-8800
1-я сходовая	150-180	5500-6600
5-я размольная	150-180	5500-6600
6,7-размольные	120-180	4400-5500
2-я сходовая	130-140	4400-5500
8,9-я	110-125	3300-4400
размольные		
Вымольная	100	2200-3600

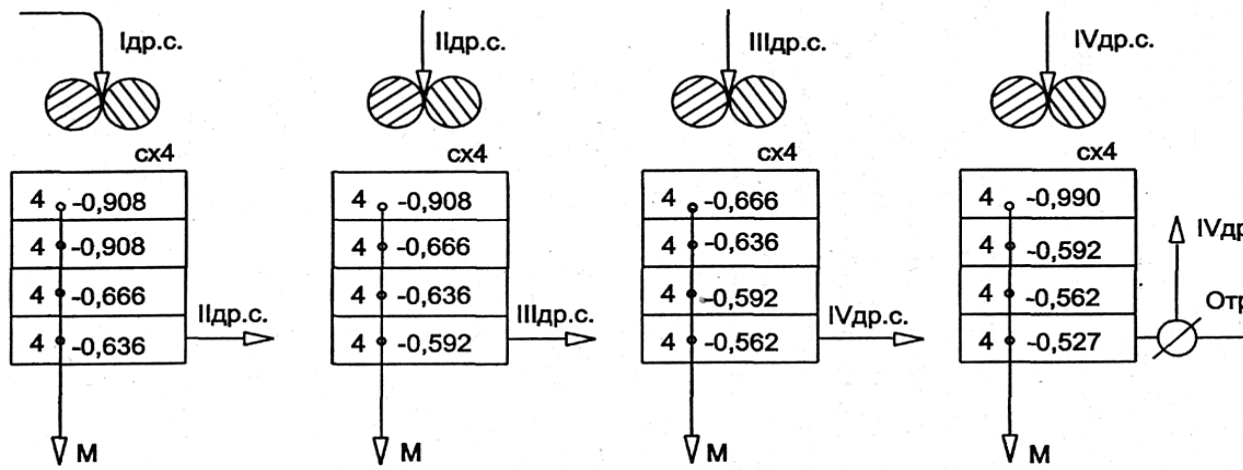


# Приложение 3

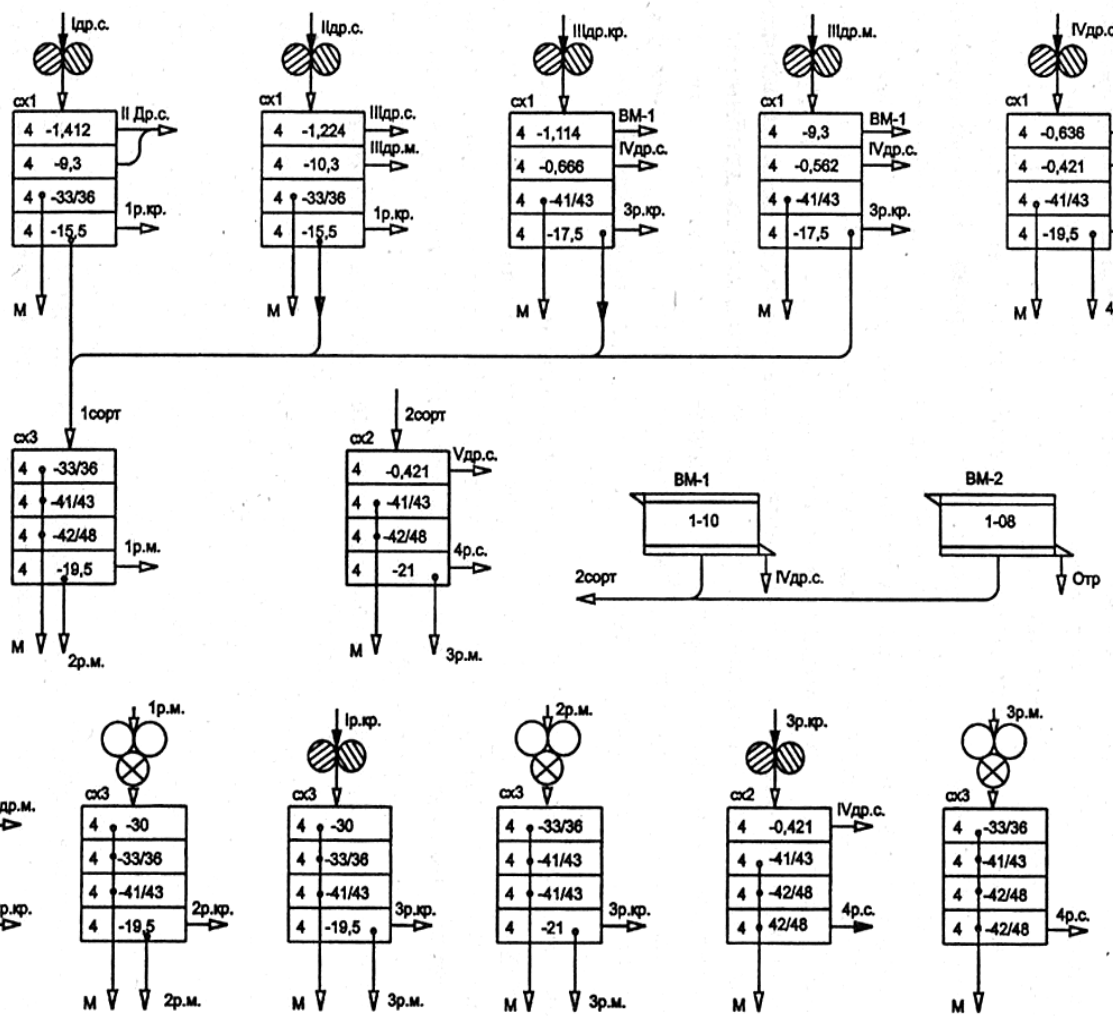
## Схемы помола



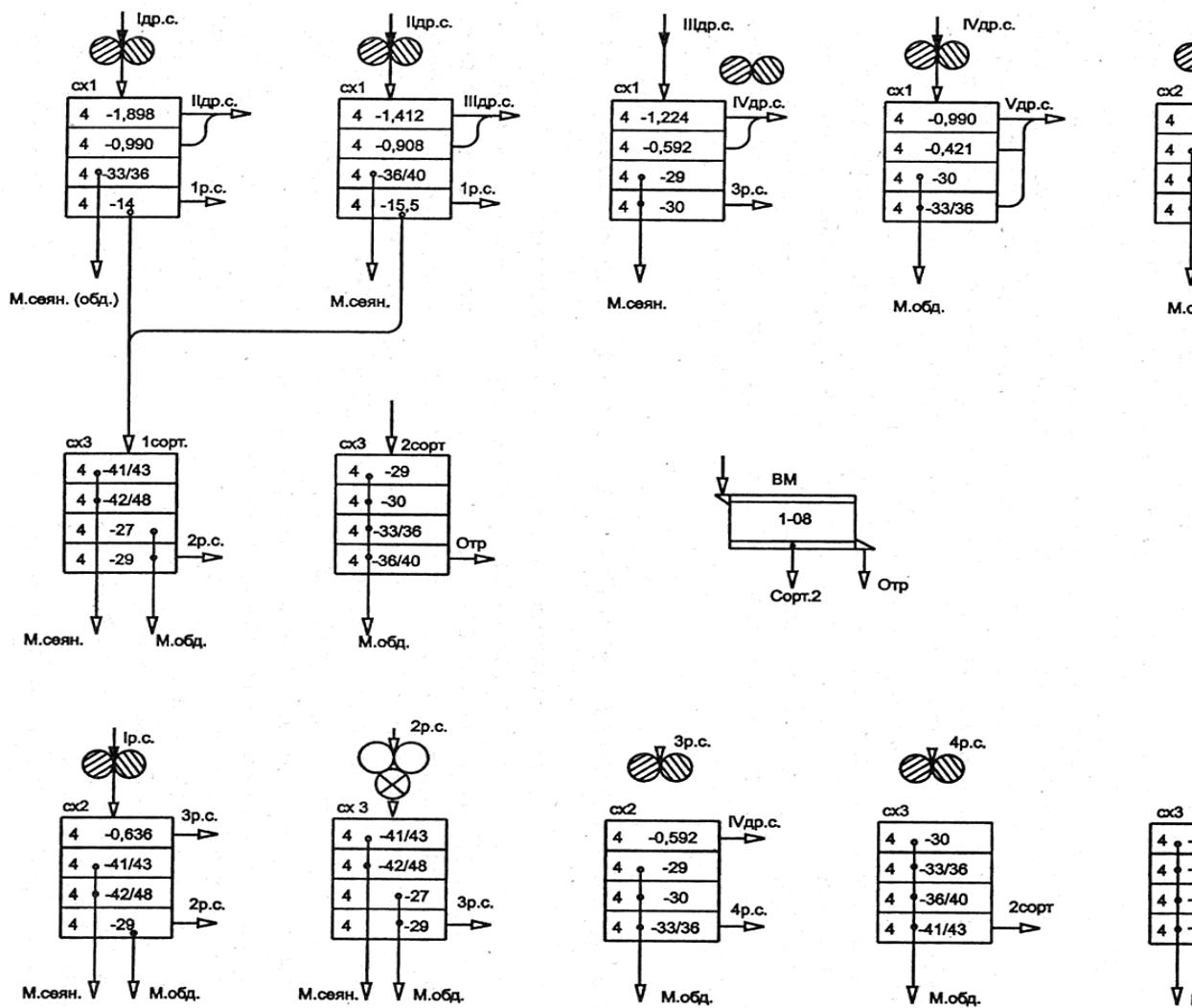
Примерная схема 85 % помола пшеницы в хлебопекарную муку 2 сорта



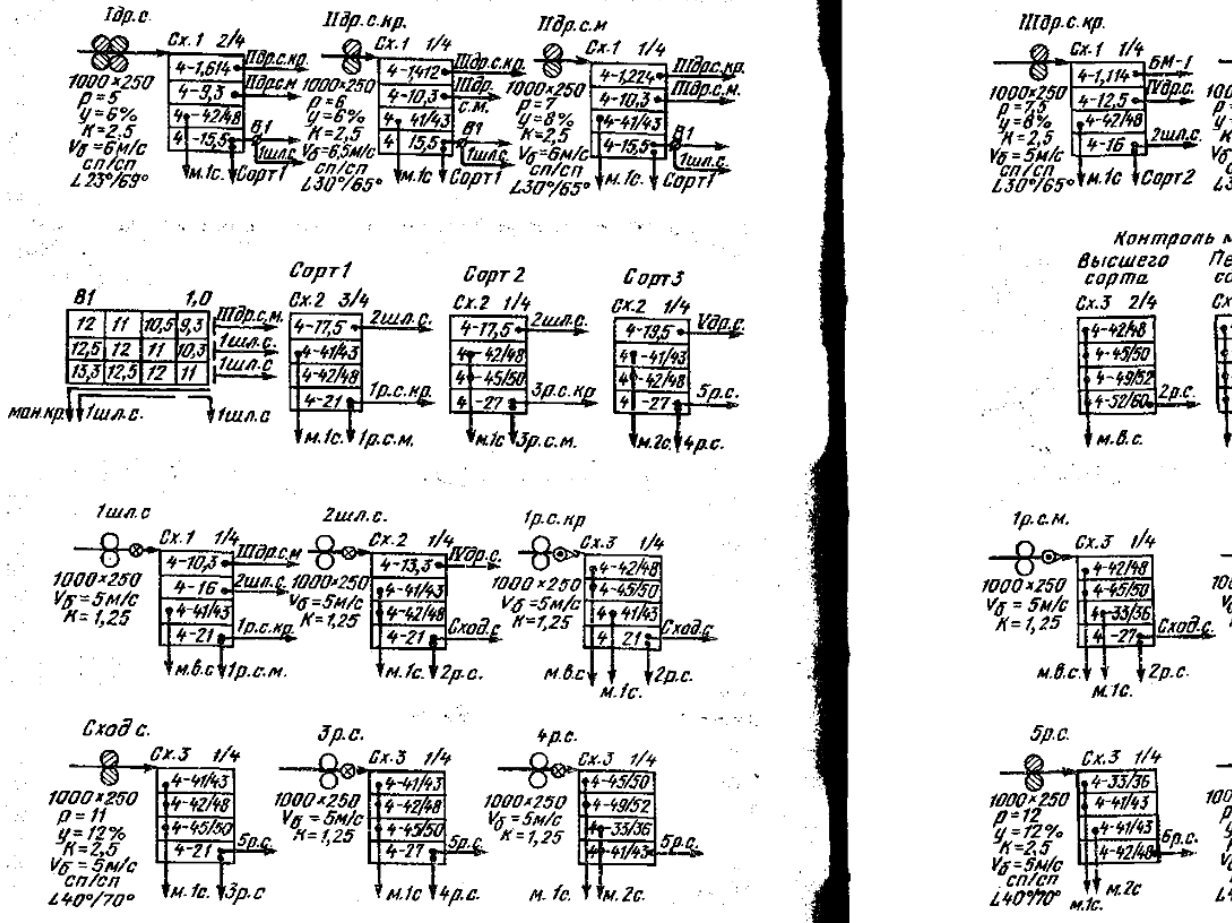
Примерная технологическая схема обойного помола пшеницы и ржи



Примерная технологическая схема 63 % помола ржи в сеяную муку



Примерная схема 80 % помола ржи в сеяную и обдирную муку



Примерная схема сокращенного трехсортного 75-78 % помозла пшеницы