

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
ГОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет
им. И. И. Ползунова»

Э. П. Могучева, Л. В. Устинова

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МУКОМОЛЬНЫХ ЗАВОДОВ

ЧАСТЬ 2 Проектирование размольного отделения

Учебное пособие

Рекомендовано Учебно-методическим объединением по образованию в области технологии продуктов питания и пищевой инженерии в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов 655600 (260200) «Производство продуктов питания из растительного сырья» (Протокол заседания президиума Совета УМО ТПП и ПИ №2 от 11.02.2009 г.

Барнаул, 2009

УДК 664.71.05.001.63 (075.8)

Могучева, Э. П. Проектирование мукомольных заводов. Ч. 2 Проектирование размольного отделения: учебное пособие / Э. П. Могучева, Л. В. Устинова – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, - 2009. – 198 с.

В учебном пособии изложены основные этапы проектирования размольного отделения мельниц. Рассматриваются принципы проектирования технологических схем размольного отделения мельниц. Приведена методика расчета и подбора основного технологического и транспортного оборудования, расчета баланса помола, проектирования внутрицеховых коммуникаций, аспирационных сетей и пневмотранспорта. Представлена программа для проектирования технологической схемы.

Учебное пособие предназначено для студентов специальности 270100 высших учебных заведений, а также для учащихся техникумов, технологов мельниц и проектных организаций, а также для других специалистов зерноперерабатывающей отрасли.

Рецензенты:

С. В. Золотарев, д.т.н., профессор, ректор Алтайского государственного аграрного университета

А. В. Ананьин, генеральный директор ОАО «ПАВА»

ISBN

© Кафедра Технологии хранения и переработки зерна Алтайского государственного технического университета им. И. И. Ползунова

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1 Проектирование технологической схемы размола зерна	7
1.1 Построение технологических схем размольного отделения мельницы.....	7
1.2 Построение отдельных процессов помола.....	24
1.2.1 Драной процесс.....	24
1.2.2 Шлифовочный процесс.....	27
1.2.3 Ситовеечный процесс.....	28
1.2.4 Размольный процесс.....	29
1.2.5 Вымольный процесс.....	30
1.3 Формирование сортов и контроль готовой продукции.....	30
1.3.1 Обойные помолы пшеницы и ржи.....	31
1.3.2 Сортные помолы ржи.....	32
1.3.3 Односортный 87 %-ный помол обдирной муки.....	33
1.3.4 Двухсортный 80 %-ный помол сеяной и обдирной муки.....	33
1.3.5 Односортный 63 %-ный (сеяной муки) помол ржи.....	34
1.3.6 Помол ржано-пшеничной смеси.....	35
1.3.7 Трёхсортный, двухсортный и односортный помолы зерна пшеницы в хлебопекарную муку.....	36
1.3.8 Особенности построения технологических схем.....	42
1.3.9 Односортный 85 %-ный помол муки второго сорта.....	43
1.3.10 Выработка хлебопекарной муки с использованием ограниченного числа технологического оборудования.....	45
1.3.11 Четырёхсортный помол пшеницы.....	46
1.3.12 Помолы твёрдой и мягкой высокостекловидной пшеницы в макаронную муку.....	47
1.4 Проектирование технологической схемы с помощью созданной Программы.....	52
1.4.1 Задание первоначальных параметров технологической схемы.....	52
1.4.2 Определение параметров систем.....	54
1.5 Составление баланса помола и расчет оборудования с помощью созданной программы.....	62
1.5.1 Составление баланса помола с помощью созданной программы...	62
1.5.2 Расчет основного технологического оборудования с помощью созданной программы.....	63
1.6 Построение чертежа технологической схемы с помощью созданной программы.....	75
2 Баланс помола	82
2.1 Разработка теоретического баланса помола.....	85
3 Расчёт технологического оборудования	93
3.1 Расчёт оборудования размольного отделения мукомольного завода	93
3.1.1 Расчёт вальцово-роликовой линии.....	93
3.1.2 Расчёт просеивающей поверхности.....	101

3.1.3	Расчёт оборудования для вымола оболочек и доизмельчителей...	105
3.1.4	Расчёт ситовеечных машин.....	105
3.2	Пример расчета оборудования размольного отделения мукомольного завода.....	109
4	Выбор вида транспорта.....	111
5	Принцип расстановки технологического и транспортного оборудования.....	112
5.1	Общие принципы компоновки оборудования.....	112
5.2	Размольное отделение.....	112
6	Внутрицеховая коммуникация.....	116
6.1	Назначение коммуникаций.....	116
6.2	Состав проекта коммуникаций.....	116
6.3	Проектирование коммуникаций.....	117
7	Аспирация.....	124
7.1	Методика проектирования аспирационных установок.....	124
7.2	Методика расчета вентиляционной сети.....	126
7.3	Предварительный подбор вентилятора к сети.....	128
7.4	Расчет вентиляционной сети.....	128
7.5	Окончательный подбор вентилятора к сети.....	132
7.6	Расчет мощности на привод вентилятора и выбор привода.....	134
8	Пневмотранспорт.....	138
8.1	Компоновка всасывающих пневмотранспортных установок для продуктов размола зерна.....	140
8.2	Методика расчета.....	141
8.3	Пневмотранспортные установки мукомольных заводов на комплектном высокопроизводительном оборудовании.....	152
8.4	Показатели качества компоновки пневмотранспортных установок..	161
9	Экономическая часть.....	162
10	Охрана труда.....	176
10.1	Размещение оборудования.....	176
10.2	Приводы и ограждения оборудования.....	177
10.3	Производственный шум и вибрация.....	178
10.4	Технические устройства.....	178
10.5	Электробезопасность.....	179
10.6	Аспирация и пневмотранспорт.....	181
10.7	Дополнительные требования.....	181
11	Технологическое оборудование мукомольных заводов нового поколения.....	182
	Условные обозначения.....	184
	Список использованных источников.....	185
	Приложение А.....	187
	Приложение Б.....	190
	Приложение В.....	193
	Приложение Г.....	196
	Приложение Д.....	198

ВВЕДЕНИЕ

Основное направление развития и совершенствования мукомольного производства – это строительство новых, реконструкция и техническое перевооружение действующих предприятий на базе высокопроизводительного оборудования. Внедрение нового оборудования предусматривает совершенствование технологии подготовки зерна на элеваторе и в зерноочистительном отделении мукомольного завода, размола зерна и сортирования промежуточных продуктов. Новые мукомольные заводы обеспечивают возможность выработки от 70 до 75 % муки высшего сорта стабильного качества и повышенных хлебопекарных достоинств. При этом сокращенный технологический процесс и рациональные проектные решения позволяют снизить удельные энергозатраты на выработку продукции.

Важным условием технического перевооружения мукомольной промышленности является оптимизация проектирования. Она должна базироваться на основе новейших достижений науки, техники и технологии с тем, чтобы вводимые предприятия были технически передовыми. Поэтому выбор проектного решения должен опираться на анализ данных, отражающих как опыт эксплуатации мукомольных заводов, так и наиболее прогрессивные разработки отечественной и зарубежной науки. Такой анализ может быть осуществлён успешно только с использованием современных средств проектирования. Одним из таких средств является САПР - система автоматизированного проектирования. САПР должна обобщать имеющиеся работы по проектированию, показывать лучшие варианты компоновки оборудования производственных и подсобных сооружений и генеральных планов и сравнивать их между собой для выбора наиболее рационального решения, автоматизировать выбор строительных конструкций предприятий и подсобно-производственных цехов и помещений.

Разрабатываемые проекты должны удовлетворять требованиям научно-технического прогресса в целях повышения технического и экономического уровня мельничных предприятий.

Современные мукомольные заводы являются полностью механизированными предприятиями с высокой степенью автоматизированного управления технологическим процессом, контроль и управление осуществляются с центрального пульта.

Технология является основой производства, поэтому грамотное управление производством, на любом участке может быть обеспечено только при условии владения методами организации и ведения технологии.

Технологический процесс состоит из ряда взаимосвязанных операций, каждую из которых выполняет специальное оборудование - машины. Их эффективная эксплуатация требует знания их конструкции, характера влияния на их эффективность различных факторов, способов контроля и регулирования их работы.

Проекты мукомольных заводов, состав и размещения оборудования должны соответствовать действующей нормативно – технической документации.

Методология проектирования современных объектов и систем использует методы физического и математического моделирования и вычислительную технику.

1 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ РАЗМОЛА ЗЕРНА

1.1 Составление технологических схем размольного отделения мельницы

Последние научные разработки, интенсивное внедрение комплектного высокопроизводительного оборудования и передовой производственный опыт внесли много нового в организацию и ведение технологического процесса на мукомольных заводах. Появилась необходимость разработки принципов и правил проектирования технологических схем размольных отделений мельзаводов, оснащенных комплектным оборудованием.

Современная технология размола зерна в сортовую муку базируется на существенной разнице в размалываемости оболочек и эндосперма и закономерностях технологического процесса. Любая система технологического процесса работает более эффективно, если на нее поступает продукт, однородный по крупности и качеству; на данной системе качество промежуточных продуктов улучшается с уменьшением их крупности; в пределах драного и размольного процессов качество продуктов одинаковой крупности ухудшается к концу процесса; при всех прочих равных условиях чем мельче продукт, тем ниже технологическая эффективность его переработки; чем точнее параметры рабочих органов основных технологических машин, тем выше технологическая эффективность их работы.

Технология размола зерна в сортовую муку включает в себя драной крупнообразующий и драной вымольный процессы, процесс обогащения крупок и дунстов на ситовеечных и шлифовочных системах, размольный процесс; состоящий из размольных и вымольных (сходовых) систем.

Анализ технологических процессов мельзаводов, оснащенных вальцовыми станками А1-БЗН, рассевами ЗРШ-4М и ситовейками А1-БСО, А1-БС-2О позволил выявить основные элементы в драном крупнообразующем и вымольном, ситовеечном, шлифовочном и размольном процессах.

В драном крупнообразующем процессе можно выделить четыре основных элемента как изображено на рисунке 1.1. Первый элемент драного крупнообразующего процесса применяется в схеме 85 % помола пшеницы и сортовых помолах ржи. Кроме этого он может применяться при сложных помолах пшеницы на мельнице малой производительности.

Второй элемент драного крупнообразующего процесса с двухэтапным сортированием применяется в схемах сложных сортовых помолов пшеницы. Иногда - при 85 % помоле пшеницы.

Третий элемент с трехэтапным сортированием применяется в схемах сортовых помолов пшеницы и на мельницах большой производительности. Третий этап сортирования необходим для полного высеивания муки.

Четвертый элемент применяется при многосортных помолах пшеницы с ограниченным количеством основного технологического оборудования.

Распределение круподунстовых продуктов по потокам в элементах процесса, в зависимости от конкретных условий ведения технологического процесса может незначительно перераспределяться.

В соответствии с закономерностью об эффективности работы систем, драные крупобразующие системы могут разделяться на крупные и мелкие, тогда верхний сход предыдущей системы направляют на драную систему крупную, а второй сход - на драную систему мелкую. При этом в зависимости от производительности мельницы сортирование может производиться или совместно для крупной и мелкой системы, или отдельно, или в смешанном варианте. Кроме этого могут встретиться случаи, когда второй и третий этапы сортирования проводятся совместно для двух или даже трех систем драного крупобразующего процесса.

Следует также отметить, что в схемах драного крупобразующего процесса могут применяться одновременно два или три вида элементов, показанных на рисунке 1.1. Чаще всего совместно применяются на разных системах элементы с двух- и трехэтапным сортированием.

Задача драного вымольного процесса состоит в максимальном извлечении из сходовых продуктов эндосперма в виде крупок, дунстов и муки при их минимальной зольности.

Особенность построения схемы драного вымольного процесса состоит в следующем. При распределении круподунстовых продуктов по потокам элемента схемы следует учитывать, что, например, на первой вымольной системе драного процесса нельзя получить крупной крупки, а в зависимости от режима измельчения и средней крупки. На второй системе драного вымольного процесса нельзя получить не только крупной, но и средней или даже мелкой крупки и так далее к концу процесса. Можно считать, что драной вымольный процесс закончен, когда на последней системе получают, кроме сходовых продуктов, дунст и мука или только мука. Сходовые продукты, поступающие и получаемые на драных вымольных системах, могут дополнительно вымалываться на вымольных машинах. Тогда проход этих машин направляется на рассев следующей системы или, в зависимости от условий ведения процесса, на системы пересева. Сход вымольных машин направляется на вальцовый станок следующей системы или в отруби. На вымольных машинах следует вымалывать только сравнительно крупные сходовые продукты. Элементы драного вымольного процесса показаны на рисунке 1.2.

Первый элемент драного вымольного процесса с двухэтапным сортированием применяется в сложных сортовых помолах пшеницы на первой после крупобразующих вымольной системе, когда предполагается получить все круподунстовые продукты, кроме крупной крупки. Второй, третий и четвертый элементы могут применяться во всех сортовых помолах пшеницы и ржи. Пятый элемент драного вымольного процесса применяется на мельницах многосортных помолов пшеницы с ограниченным количеством технологического оборудования.

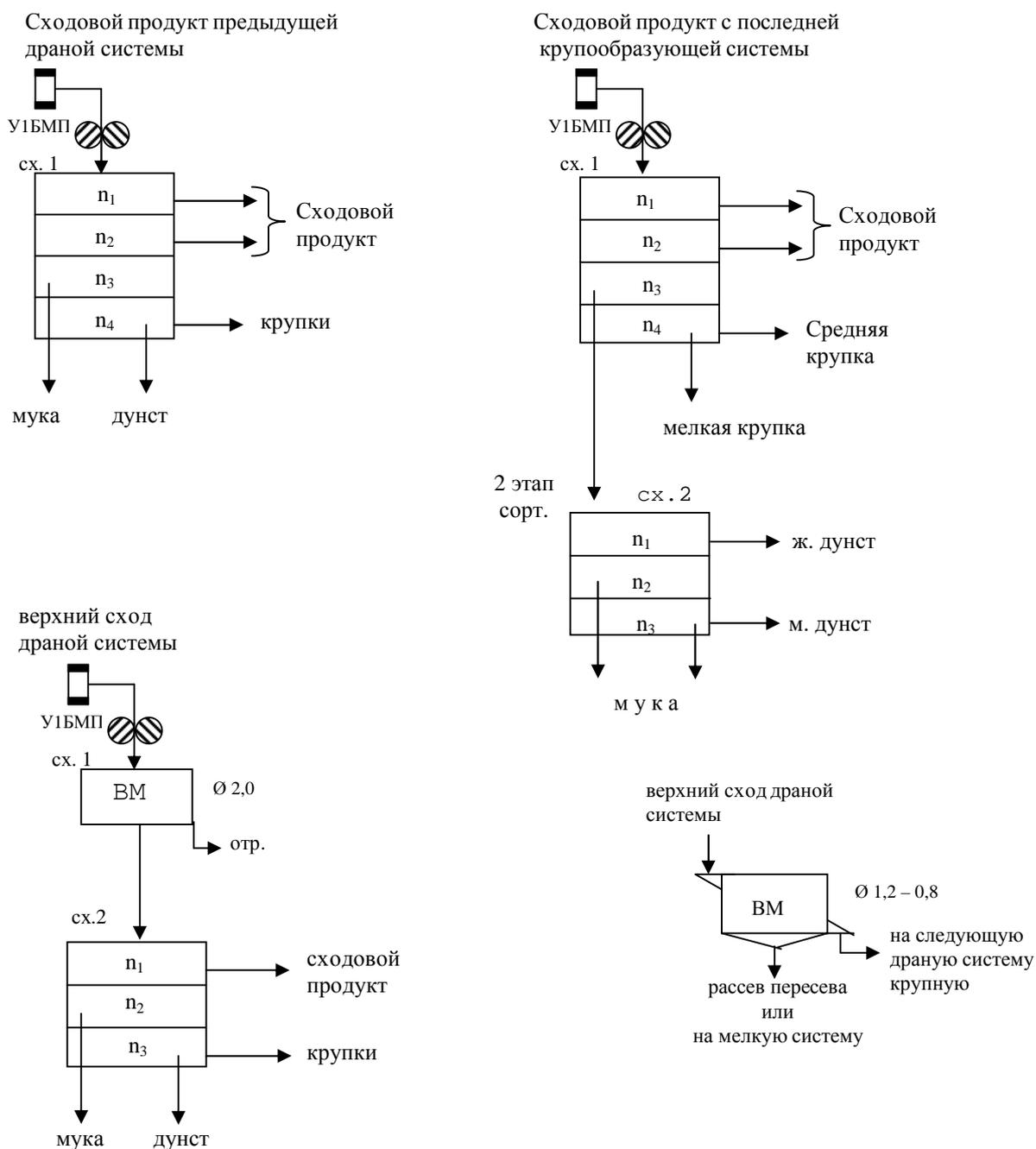


Рисунок 1.2 – Элементы драного вымольного процесса (рассев ЗРШ-4М)

Как и в крупобразующем процессе, вымольные системы могут быть разделены на крупные и мелкие. Это улучшает технологическую эффективность их работы.

Сита в драном процессе проставляются следующим образом. Сначала намечается система драного процесса, на которой все круподунстовые продукты лучше по качеству, чем одинаковые по крупности на остальных системах драного процесса. Для сложных сортовых помолов пшеницы при извлечении на первой драной системе ниже 35 % лучшие по качеству продукты - на второй драной системе, а при извлечении на первой драной системе больше 35 % - на

первой драной системе. Это имеет место также при 85 % помоле пшеницы и сортовых помолах ржи, где на первой драной системе извлечение достаточно высоко. На лучшей по эффективности системе сита проставляются в соответствии с намеченной крупностью.

Для уменьшения количества ситовеечных и шлифовочных систем производится выравнивание качества круподуновых продуктов путем сгущения сит на один, два номера по сравнению с номером сита для продуктов той же крупности на предыдущей системе, начиная от лучшей по технологической эффективности системы.

Затем проставленные сита, по возможности, заменяются на металлотканые, и проставляются разгрузочные сита. На первой драной системе устанавливают металлотканые сита размером от 2,5 до 1,6 мм и сгущают их к концу процесса с таким расчетом, чтобы на последней драной системе разгрузочное сито было размером не менее 0,4 мм. Таблицы с номерами сит представлены в приложении Д.

Задача ситовеечного процесса состоит в максимальном извлечении богатых эндоспермом крупок из смеси однородной по крупности. В ситовеечном процессе можно выделить три основных элемента, показанных на рисунках 1.3 и 1.4. Наибольшую трудность при составлении схемы ситовеечного процесса представляет объединение потоков крупок для совместного их обогащения на ситовеечных системах. Первое сито на ситовеечной системе подбирается следующим образом. Для крупной, средней и мелкой крупок оно устанавливается, соответственно, на один-два, два-три, три-четыре номера реже по сравнению с ситом, с которого данная крупка получена сходом. После этого первые два сита верхнего яруса разряжают еще на два-три номера, поскольку на них происходит деление поступившего продукта на две фракции для отдельной обработки на верхнем и нижнем ярусах ситовой машины. Иногда предусматривается обогащение дунстов в ситовеечном процессе, однако это делать нецелесообразно, так как эффективность обогащения дунста сравнительно низка, кроме этого неоправданно растягивается ситовеечный процесс.

Задача шлифовочного процесса состоит в отделении от обогащенных крупок частиц оболочек при получении небольшого количества муки. В шлифовочном процессе можно выделить три основных элемента, изображенных на рисунке 1.5.

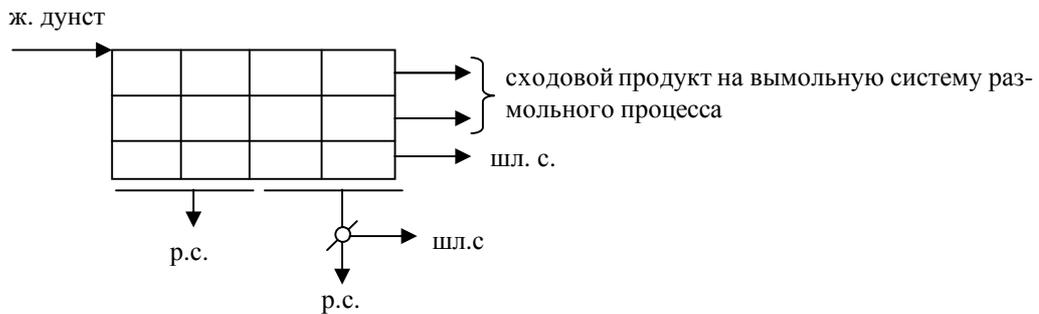
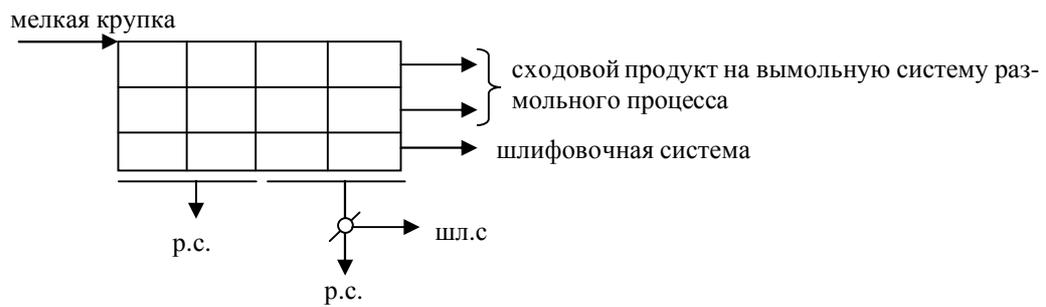
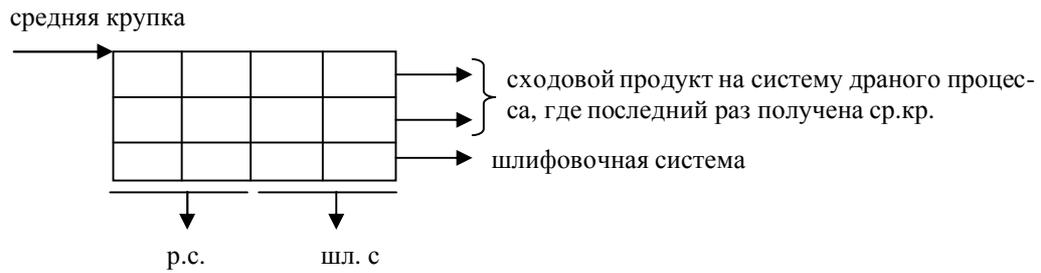
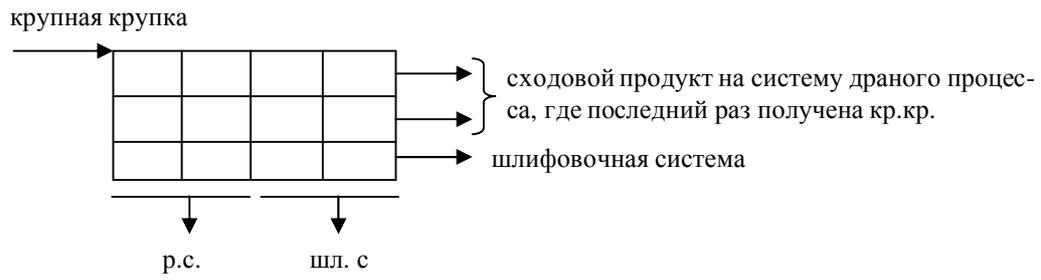


Рисунок 1.3 – Модули ситовеечного процесса с применением ситовеечных машин А1-БС-20

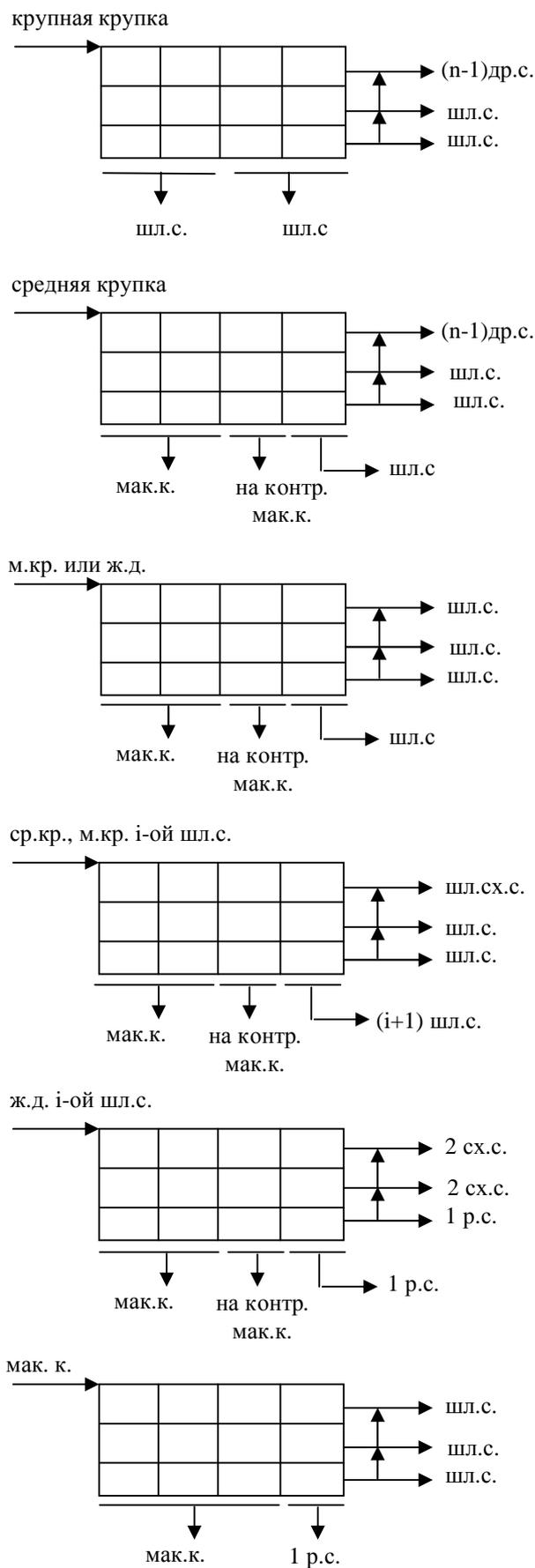


Рисунок 1.4 – Модули ситовечного процесса для хлебопекарного помола пшеницы с отбором макаронной крупки

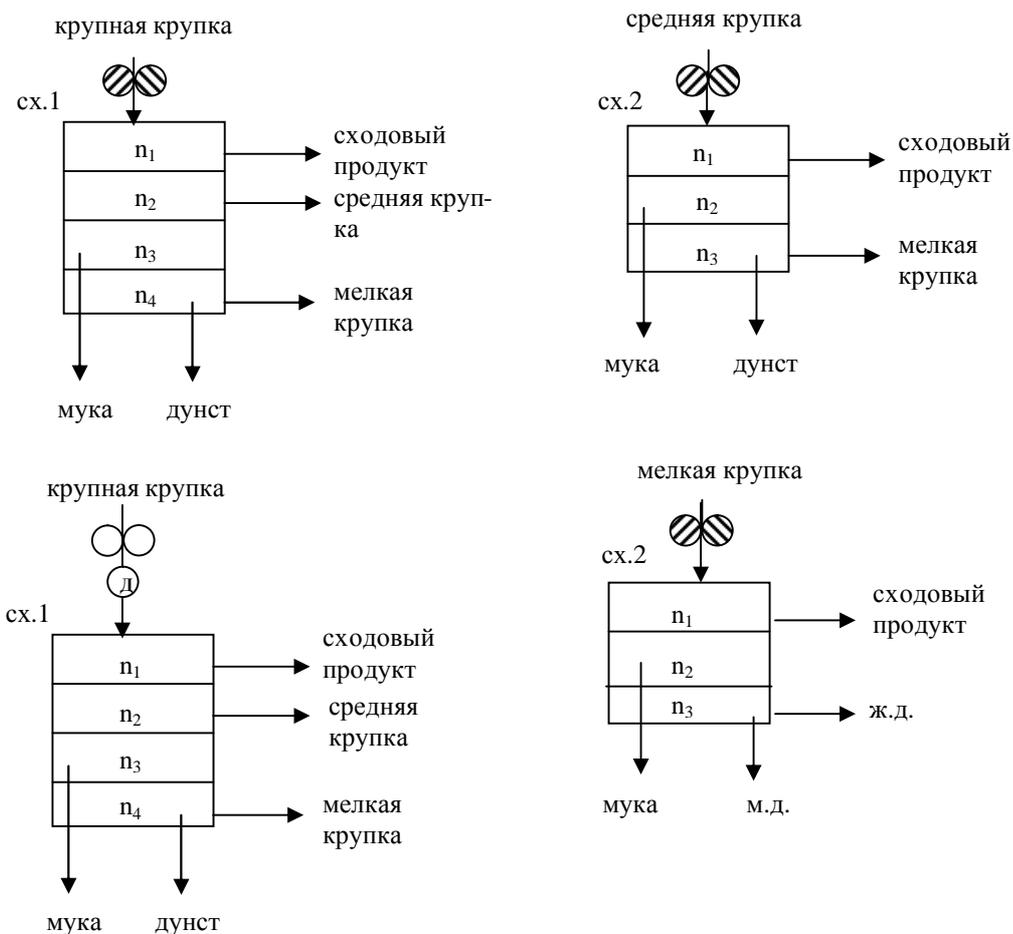


Рисунок 1.5 – Элементы шлифовочного процесса

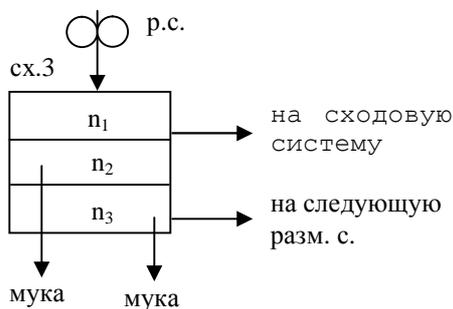
Как и в ситовечном процессе, на системы шлифования не рекомендуется посылать дунст, так как эффективность его обогащения сравнительно низка.

Рекомендуется крупки, полученные на шлифовочных системах, направлять для повторного обогащения на отдельные ситовечные системы. В этом случае проходы ситовечных машин направляются на соответствующие размольные системы, сходы - на отдельную шлифовочную систему. Сита для отбора сходовых продуктов со шлифовочных систем устанавливаются на один номер гуще по сравнению с ситом, сходом которого получена крупка, направленная на данную шлифовочную систему. Остальные сита подбираются в соответствии с конечной крупностью.

Задача размольного процесса состоит в получении наибольшего количества муки с минимальной зольностью.

Элементы размольного процесса показаны на рисунке 1.6. Первый элемент размольного процесса применяется на системах, которые перерабатывают продукты, поступающие с драных, ситовечных и шлифовочных систем. Вторым элементом применяется на сходовых системах размольного процесса. Третий элемент применяется на вымольных системах размольного процесса после второй сходовой системы.

с предыдущей размольной системы



продукты с систем драного, ситовеечного, шлифовочного процесса

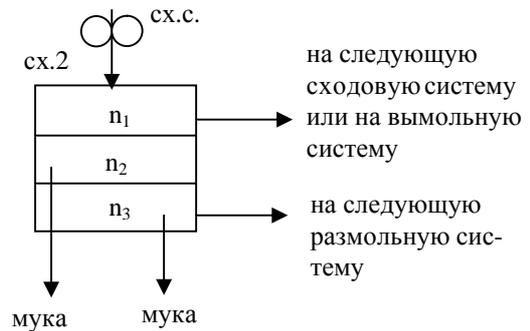


Рисунок 1.6 – Элементы размольного процесса (рассев ЗРШ-4М)

При направлении продуктов на размольные системы следует учитывать следующее:

- в первую очередь на размол направляют наиболее высококачественные крупки первого качества, прошедшие обогащение на ситовеечных и шлифовочных системах;
- затем в размол направляют высококачественные крупная и средняя крупки обогащенные только на ситовеечных системах, а также необогащенная мелкая крупка и дунсты первого качества;
- первая сходовая система предусматривается после размольных систем, перерабатывающих продукты первого качества;
- на размольные системы, перерабатывающие круподунстовые продукты второго качества, в первую очередь направляются крупки и дунсты второго качества, полученные при обогащении продуктов второго качества;
- затем на размол посылаются необогащенные продукты второго качества;
- вторая сходовая система предусматривается после размольных систем, перерабатывающих продукты второго качества.

После второй сходовой системы предусматриваются размольные вымольные системы. Для обработки сходового продукта последней размольной системы рекомендуется использовать вымольную машину, обрабатывающую сходы последней драной системы.

Сито для сходового продукта первой размольной системы предусматривают с размером отверстий от 300 до 400 мкм, а затем сгущают на один-два номера по сравнению с предыдущим.

После составления схемы всех этапов технологического процесса проектируется установка мучных сит на драных, шлифовочных и размольных системах.

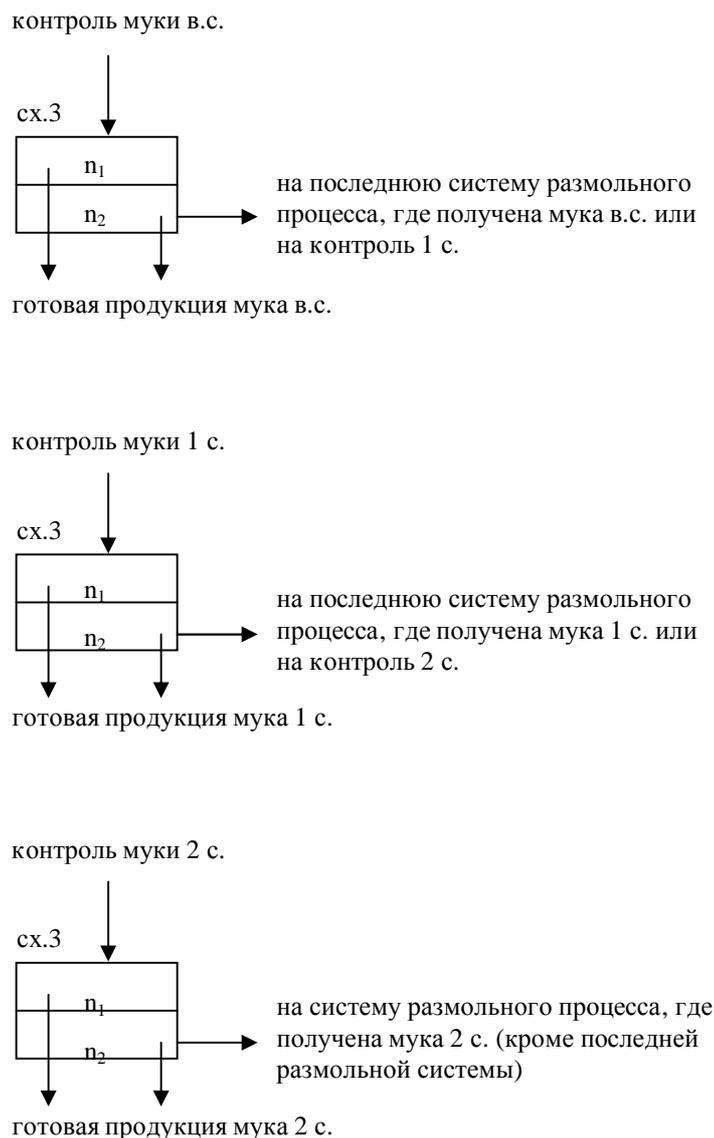


Рисунок 1.7 – Элементы системы контроля муки (рассев ЗРШ-4М)

При многосортных хлебопекарных помолах потоки муки формируются следующим образом:

- муку высшего сорта получают на первой, второй и третьей размольных системах, а при увеличенном выходе муки высшего сорта - и на других системах, обеспечивающих необходимые качественные показатели;

- муку первого сорта получают на четвертой, пятой и шестой размольных системах, на первой сходовой и шлифовочных системах и на системах сортирования продуктов первого качества;

- муку второго сорта получают на остальных системах технологического процесса.

Задача систем контроля готовой продукции состоит в выделении случайно попавших в муку крупных частиц продукта. В соответствии с этим элементы систем контроля строятся, как показано на рисунке 1.7.

Сита на отсевах систем контроля устанавливаются на два-три номера реже по сравнению с мушными ситами в отсевах систем технологического процесса. Это необходимо для уменьшения просеивающей поверхности отсевов систем контроля.

Анализ технологических схем мельзаводов, оснащенных вальцовыми станками А1-БЗН, отсевами РЗ-БРБ и ситовечными машинами А1-БС-20, позволил выделить основные элементы всех этапов технологического процесса. На рисунках с 1.8 по 1.15 показаны элементы дражного процесса, на рисунках 1.16 - элементы ситовечного процесса, на рисунке 1.10 и 1.11 - элементы шлифовочного процесса, на рисунке 1.12 - элементы размольного процесса. Следует отметить, что на системах технологического процесса применяют отсева РЗ-БРБ, а на системах контроля муки - РЗ-БРВ.

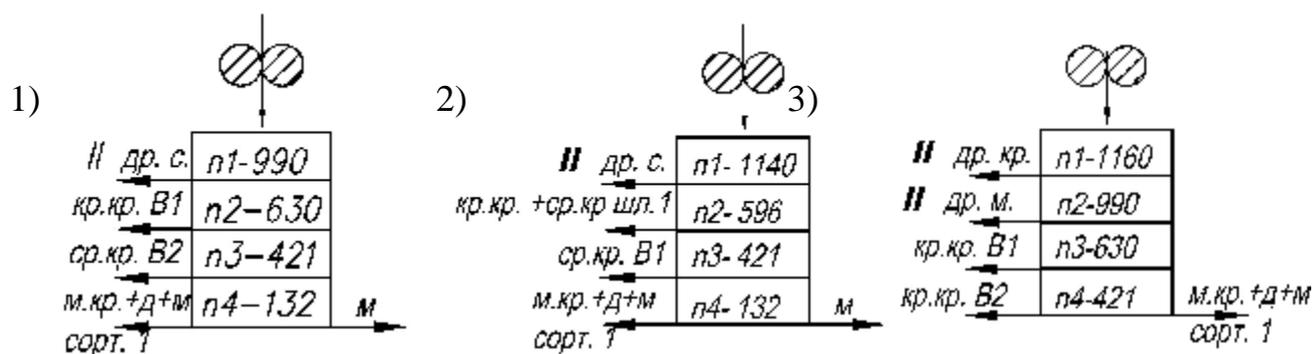


Рисунок 1.8 - Модули I дражной системы

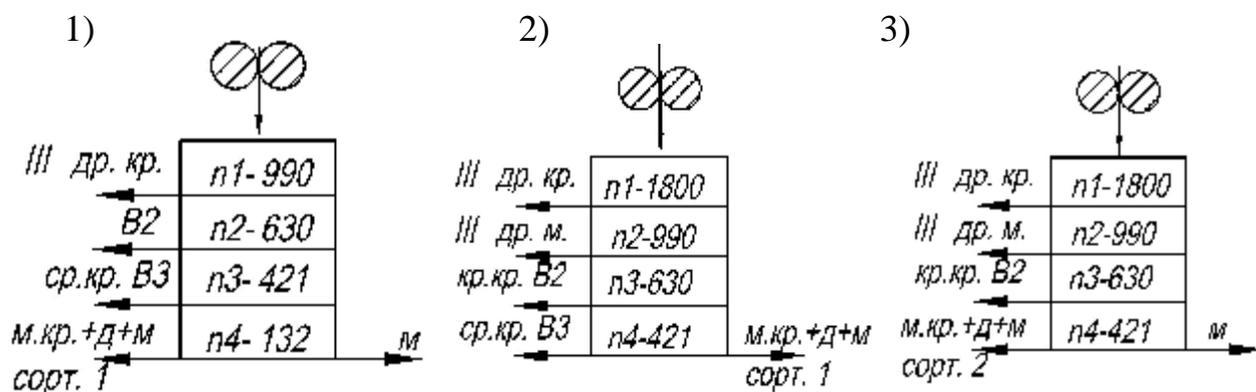


Рисунок 1.9 - Модули II дражной системы



Рисунок 1.10 - Модули III дражной системы

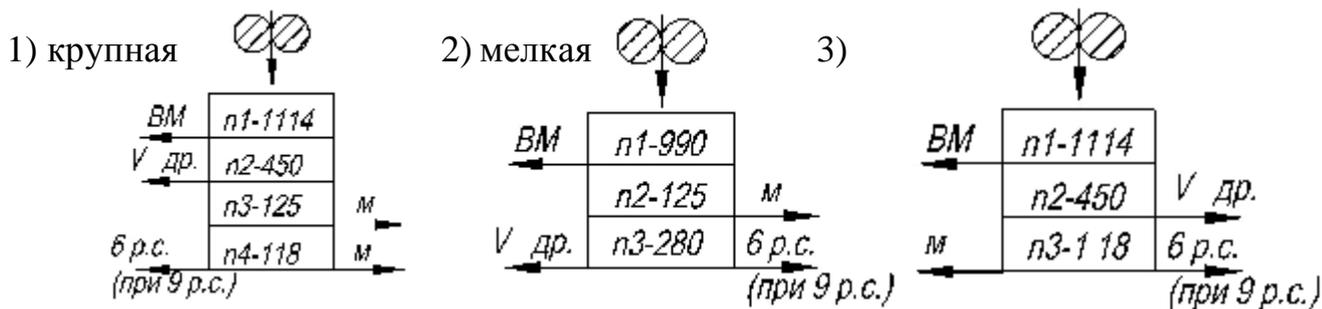


Рисунок 1.11 - Модули IV драной системы

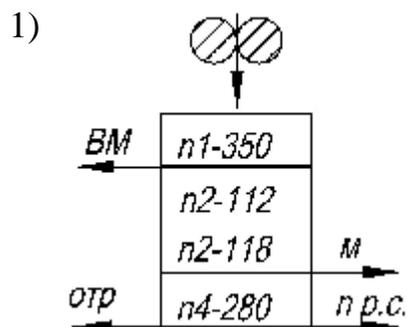


Рисунок 1.12 - Модули V драной системы

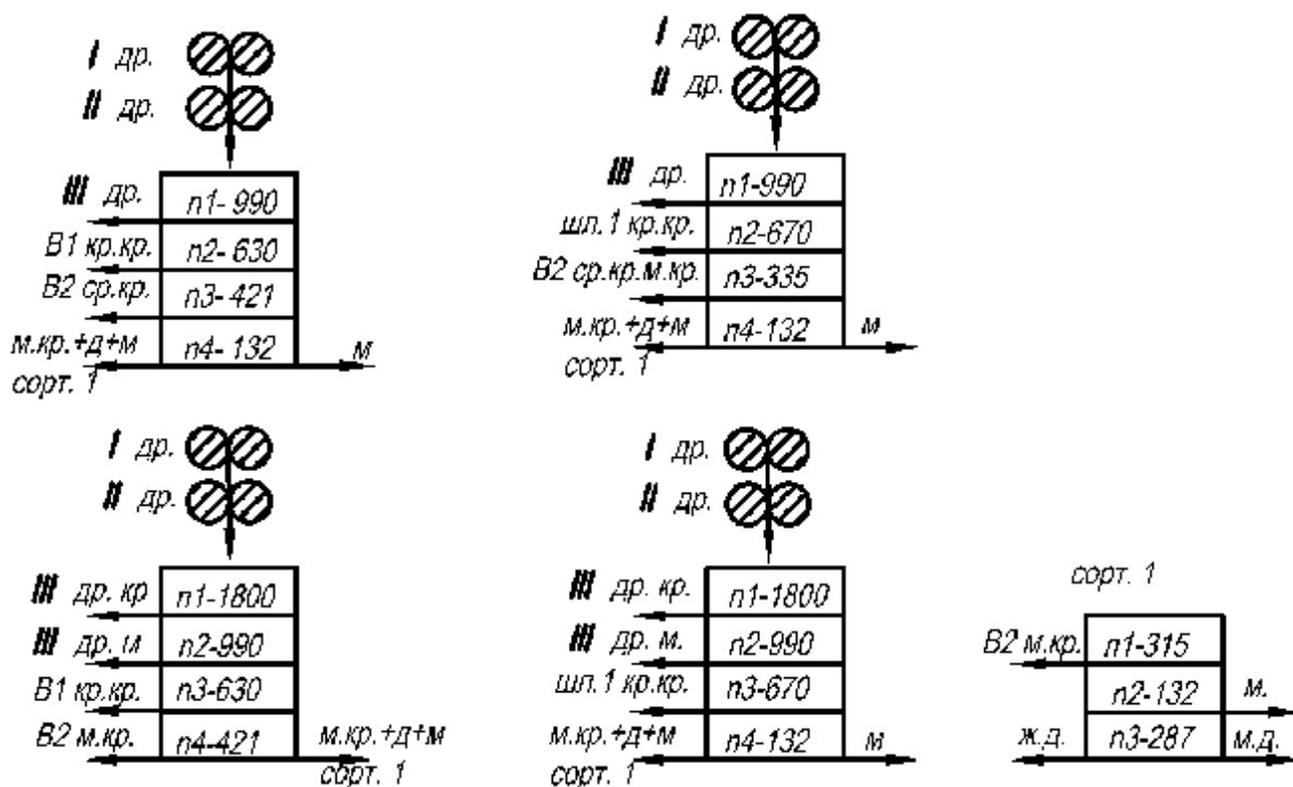


Рисунок 1.13 - Модули на основе 8-вальцовых станков (I+II драные системы) с рассевом А1-БРБ

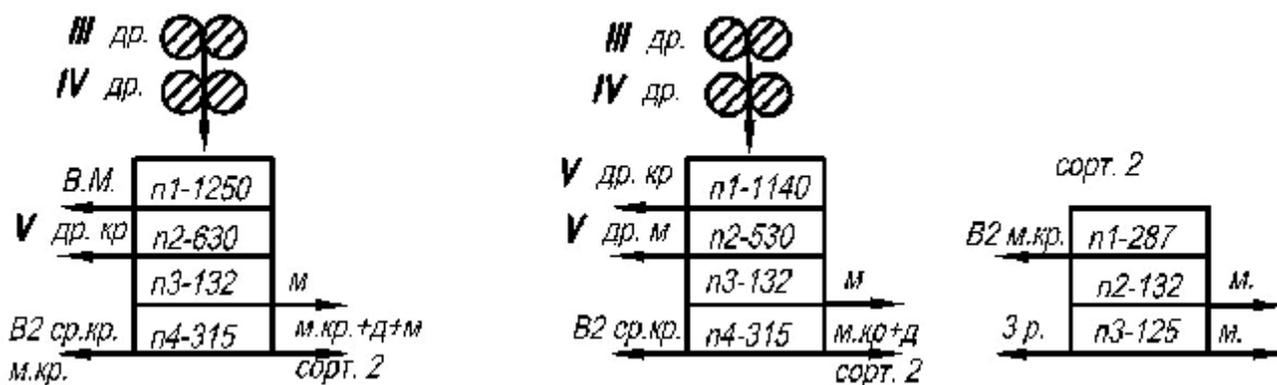


Рисунок 1.14 - Модули на основе 8-вальцовых станков (III+IV драные системы) с рассевом А1-БРБ

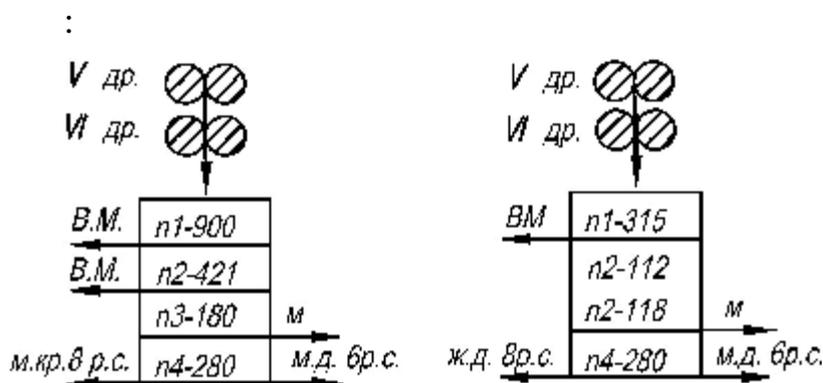


Рисунок 1.15 – Модули на основе 8-вальцовых станков (V+VI драные системы) с рассевом А1-БРБ

Модули ситовеечных систем подбираются с учетом крупности обогащаемых продуктов и их качества (1 или 2). Соотношения продуктов, получаемых в результате разделения на ситовеечных машинах указаны на изображениях модулей и выражены в процентах по отношению к продукту, поступающему на систему.

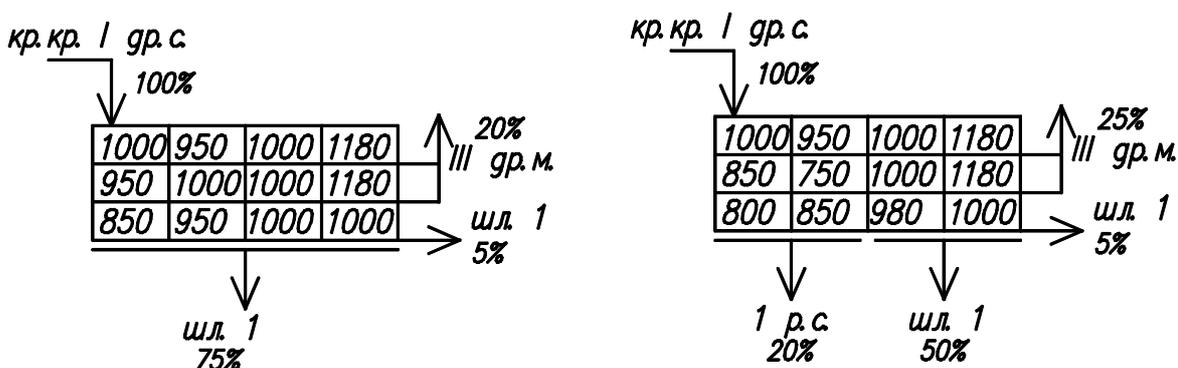


Рисунок 1.16 - Модули обогащения крупной крупки

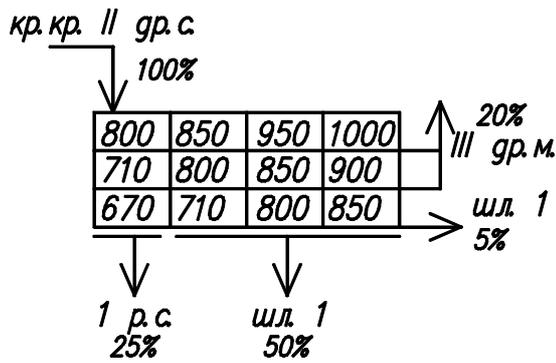


Рисунок 1.17 - Модуль обогащения крупной крупки

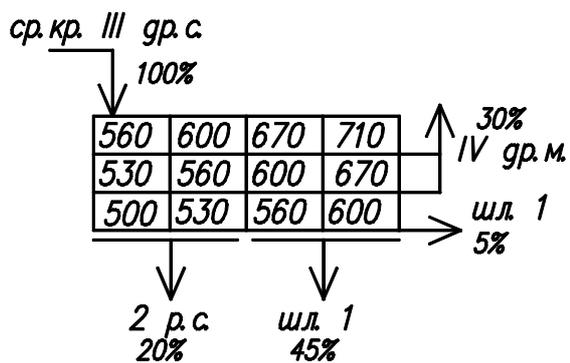
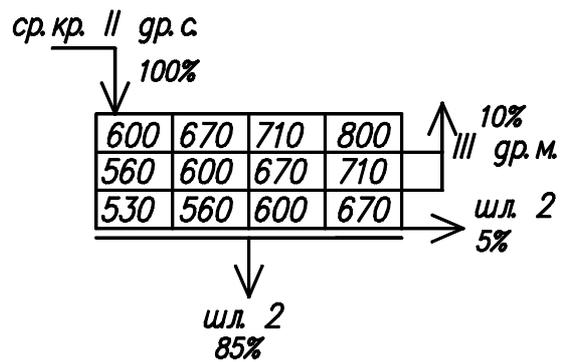
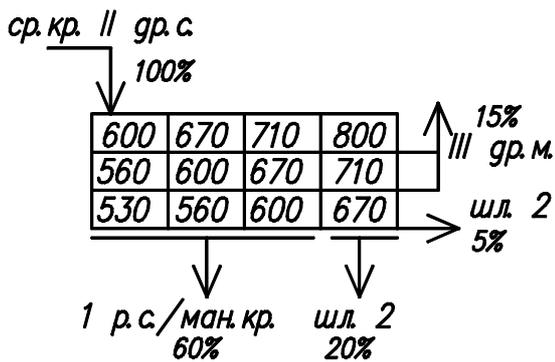
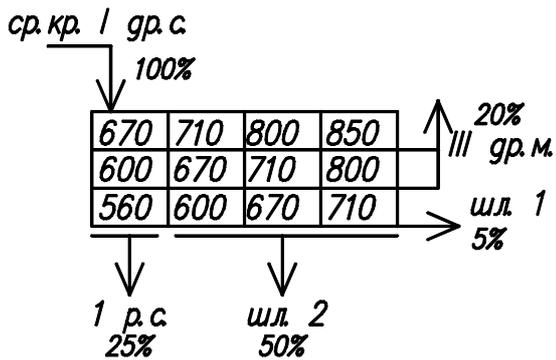


Рисунок 1.18 – Модули обогащения средней крупки

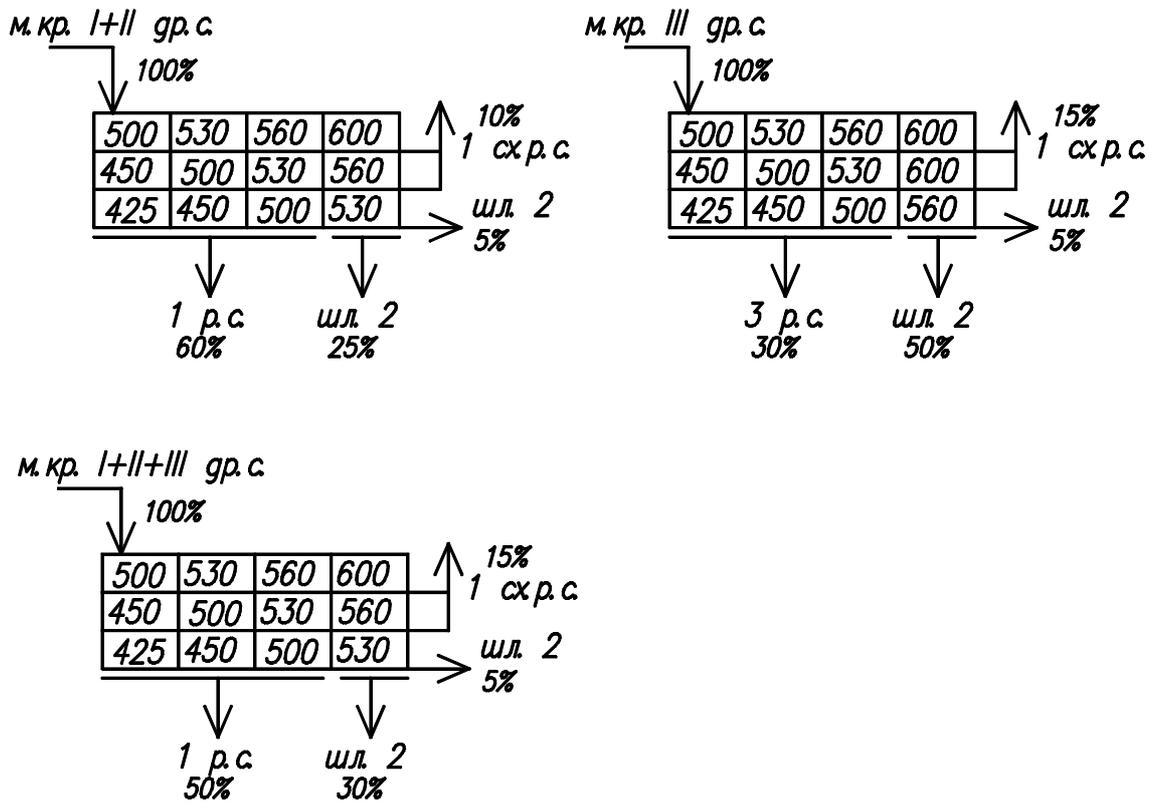


Рисунок 1.19 - Модули обогащения мелкой крупки

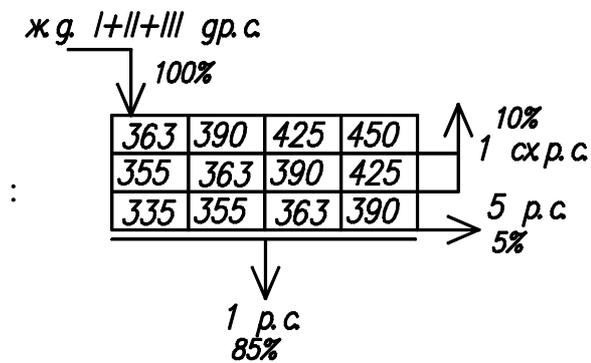


Рисунок 1.20 – Модуль обогащения жесткого дунста

На шлифовочных системах поступающий продукт измельчается не только в вальцовом станке, но также и в деташере либо в энтолейторе, который устанавливается между вальцовым станком и рассевом.

Модуль 1-й шлифовочной системы, на которую поступает крупная крупка, обогащенная на ситовеечных машинах, представлен на рисунке 1.21.

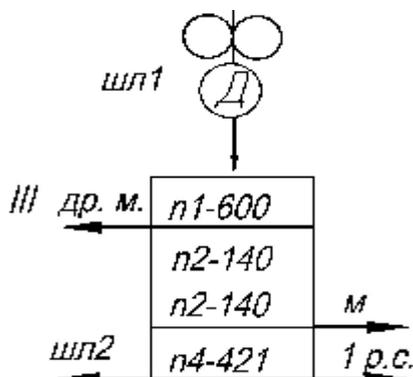


Рисунок 1.21 – Модуль 1-й шлифовочной системы (рассев РЗ-БРБ)

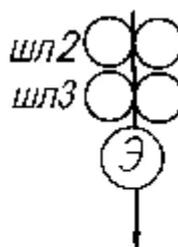
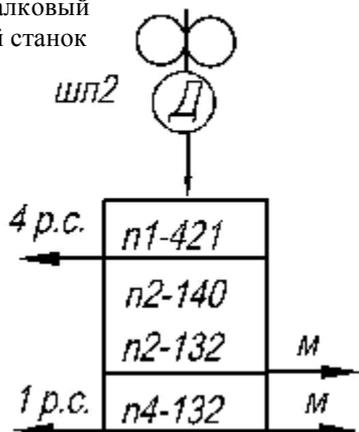
Сход с верхнего сита в количестве около 15 % направляется на последнюю драную крупнообразующую систему.

Проходом среднего яруса сит мы получаем муку ориентировочно 25 %.

Проходом нижнего яруса сит идет смесь мелкой крупки и дунстов в количестве около 30 %, которая направляется для дальнейшего измельчения на первую размольную систему, а сходом идет средняя крупка (около 30 %) на следующую шлифовочную систему – вторую.

Модуль 2-й шлифовочной системы, на которую поступает средняя и мелкая крупки, обогащенные на ситовеечных машинах, представлен на рисунке 1.22.

1) Четырехвалковый вальцовый станок



2) Восьмивалковый вальцовый станок

Рисунок 1.22 – Модуль 2-й шлифовочной системы (рассев РЗ-БРБ)

Сход с верхнего сита в количестве около 10 % направляется на первую сходовую размольную систему (при девяти размольных системах это, как правило, - четвертая).

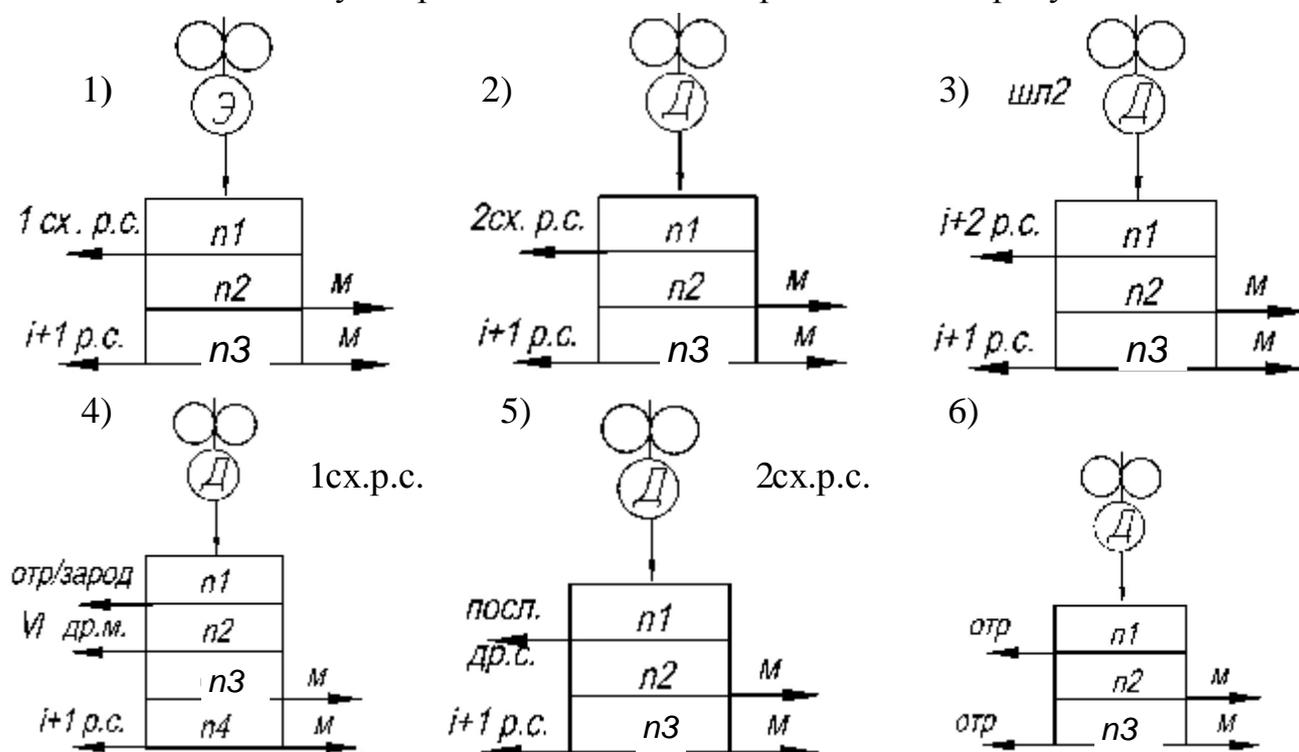
Проходом среднего и нижнего ярусов сит мы получаем муку высшего сорта ориентировочно 40 %.

Сходом с нижнего яруса сит идет смесь мелкой крупки и дунстов в количестве около 50 %, которая направляется для дальнейшего измельчения на первую размольную систему.

На размольных системах поступающий продукт измельчается не только в вальцовом станке, но также и в машинах, предназначенных для дополнительного измельчения, в качестве которых могут служить деташеры либо энтолейторы (ставятся между вальцовым станком и рассевом).

Модули размольных систем строятся полностью в соответствии с «Правилами организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах».

Общий вид модулей размольных систем представлен на рисунке 1.23.



- 1) общий вид модуля систем первого этапа размольного процесса, (1-3 р.с.);
- 2) общий вид модуля систем второго этапа размольного процесса, (4 р.с.);
- 3) общий вид модуля систем третьего этапа размольного процесса, (5, 6, 8, 9 р.с.);
- 4) общий вид модуля первой сходовой размольной системы, а также 4 размольной системы с отбором отрубей;
- 5) общий вид модуля второй сходовой размольной системы;
- 6) общий вид модуля последней размольной системы.

Рисунок 1.23 – Модули размольных систем (рассев РЗ-БРБ)

Проектирование технологических схем мельзаводов, оснащенных комплектным оборудованием, характеризуется следующими отличиями.

В технологическом процессе широко применяются вспомогательные измельчающие машины, энтолейторы и деташеры. Обязательна установка энтолейторов и деташеров на размольных и шлифовочных системах, работающих с микрошероховатыми вальцами. Причем энтолейторы применяют для дополнительного измельчения после вальцовых станков от 1 до 3 размольных систем, перерабатывающих крупную, среднюю и мелкую крупки. Деташеры предусматривают для дезагрегации измельченного продукта после вальцовых станков остальных шлифовочных и размольных систем, перерабатывающих крупнодунстовые продукты. Возможно применение энтолейторов на второй шлифовочной системе.

На ситовечных машинах первое сито устанавливают для крупной, средней и мелкой крупок, соответственно, на один-два, два-три, три-четыре номера реже по сравнению с ситом, с которого данная крупка получена сходом. Последующие сита верхнего яруса разряжают на один-два номера по сравнению с предыдущим. Сита нижерасположенных ярусов сгущают на один-два номера по сравнению с ситами на вышерасположенном ярусе.

Шлифовочные системы работают в режиме размольных, поэтому сита для отбора круподунстовых продуктов предусматривают в соответствии с намеченной крупностью.

Если предусматривается получение зародыша, то на четвертой размольной системе устанавливают сито с размером отверстий 1000 или 930 мкм.

Сорта муки формируются после систем контроля, а на контроль направляют однородные по качеству потоки муки с систем технологического процесса.

Следует отметить, что окончательное составление схемы помола возможно после составления баланса помола, расчета оборудования, проектирования коммуникаций в размольном отделении мельницы.

1.2 Построение отдельных процессов помола

1.2.1 Драной процесс

Драной процесс для сортовых хлебопекарных помолов включает четыре-пять систем, из них третья и четвертая системы делятся на крупную и мелкую. Сортирование продуктов измельчения первой, второй, третьей (четвертой) драных систем осуществляют последовательно в два этапа с получением на первом этапе крупной и частично средней крупок, на втором - средней и мелкой крупок, дунстов и муки; дунсты целесообразно разделять на жесткие и мягкие. Сортирование круподунстовых продуктов и муки первых-трех драных систем на втором этапе осуществляют отдельно или совместно в зависимости от производительности мукомольного завода и ассортимента вырабатываемой продукции.

Рекомендуется применять следующие параметры мелющих валцов в вальцовых станках:

- окружные скорости быстровращающихся валцов - от 6 до 7,6 м/с;
- с целью улучшения качества дунстов и муки на четвертой, пятой драных систем - от 4,5 до 5,0 м/с;
- отношение окружных скоростей валцов - 2,5, на четвертой, пятой драных системах - 2,0 м/с;
- профиль рифлей с углом острия от 25 до 35°, с углом спинки от 60 до 65° при общем угле заострения от 90 до 100°;
- уклон рифлей - от 6 % на первой драной, от 6 до 8 % на четвертой, пятой драных системах;
- количество рифлей на 1 см - от 4 на первой драной до 10 на пятой драной системе с увеличением от системы к системе на 1,5 - 2,0 рифлей на 1 см;
- взаимное расположение рифлей на системах преимущественно «спинка по спинке», при переработке зерна со стекловидностью менее 40 % - «острие по острию» или «острие по спинке».

Режимы измельчения по системам должны обеспечивать получение максимального количества крупок и дунстов высокого качества при минимальном выходе муки.

При построении драного процесса макаронного помола следует руководствоваться следующими рекомендациями.

Измельчение продуктов в драном процессе осуществляют на пяти - шести системах.

Предусматривают отдельное по крупности измельчение продуктов на второй, третьей, четвертой, пятой драных системах. Сортирование продуктов измельчения осуществляют в три этапа с получением семи - восьми фракций крупок и дунстов, при этом крупную крупку целесообразно разделять по крупности на две - три фракции, а дунсты - на жесткие и мягкие.

Применяют следующие кинематические и технологические параметры размалывающего оборудования:

- окружную скорость быстровращающихся валцов - от 4,0 до 4,5 м/с;
- отношение окружных скоростей валцов - 2,5;
- профиль рифлей с углом острия на первой драной системе 35°, на остальных системах - 30°, с углом спинки - 60°;
- уклон рифлей - от 4 до 10-12 %;
- количество рифлей на 1 см - 3,5 на первой драной, до 9,5 на шестой драной системе с увеличением от системы к системе на одну рифлю на 1 см.

Режимы измельчения и удельные нагрузки по системам драного процесса должны обеспечить получение максимального количества крупок и минимального - дунстов и муки. При макаронном помоле применяют меньшее, по сравнению с хлебопекарным помолом, удельные нагрузки на оборудование по системам драного процесса и большую просеивающую поверхность для сортирования промежуточных продуктов измельчения.

Драной процесс при односортном 85 % помоле пшеницы и сортовых

помолах ржи осуществляют на четырех - пяти системах, из которых вторая, третья и четвертая, в зависимости от производительности мукомольного завода, могут быть разделены на крупную и мелкую.

Техническая характеристика вальцовых станков драных систем приведена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Рекомендуемые параметры вальцовых станков драных систем при односортом 85 % помоле пшеницы и сортовых помолах ржи

Наименование системы	Кинематические параметры		Параметры рифлей		
	$V_b, \text{м/с}$ (окружная скорость быстровращающегося вальца)	К (отношение окружных скоростей вальцов)	количество на 1 см окружности вала	уклон, %	углы заострения, $\alpha / \beta, ^\circ$
I драная	6	2,5	4,5-5	6-8	25-30/65
II драная	6	2,5	5,5-6,5	8-10	25-30/65
III драная	5-6	2,5	7-8	8-10	25-30/65
IV драная	4,5-5	1,5-2,5	8-8,5	10-12	25-30/65
V драная	4,5-5	1,5-2,5	9-9,5	10-12	25-30/65

При односортом 63 % помоле ржи в сеяную муку перед первой драной системой целесообразно применять плющение зерна. Сортирование продуктов измельчения при односортом 85 % помоле пшеницы и 63 % помоле ржи, а также двухсортом 80 % помоле ржи с отбором 20 % сеяной муки следует проводить в два этапа (второй этап - сортировочные системы). При двухсортом 80 % (15% + 65%) и односортом 87 % помолах ржи применяют один этап сортирования.

Обойные помолы пшеницы и ржи могут осуществляться на вальцовых станках или других измельчающих машинах.

При построении схемы обойного помола с использованием вальцовых станков руководствуются следующими основными рекомендациями:

- схема помола включает три-четыре системы;
- окружные скорости быстровращающихся вальцов – 6 м/с и более, отношение окружных скоростей вальцов - 2,5;
- количество рифлей на 1 см - от 4,5 до 5,0 на первой драной системе, до 7,0-8,0 на последней, уклон рифлей - 12 %, взаиморасположение рифлей «острие по острию», угол острия от 25 до 30°, угол спинки от 65 до 70° (меньший угол принимают при переработке ржи).

1.2.2 Шлифовочный процесс

Процесс шлифовки крупок с целью отделения от них оболочек завершает подготовку их к размолу в муку соответствующих сортов. Шлифовке подвергают крупную и среднюю крупку первой, второй и третьей драных систем после ее обогащения в ситовечных машинах.

Шлифовочный процесс в развитых схемах хлебопекарного помола может включать от двух до четырех систем, при этом на первой, второй (третьей) шлифовочных системах обрабатывают крупки первого качества (зольностью до 1,30 %), на (третьих), четвертых системах - крупки второго качества.

Таблица 1.2 – Рекомендуемая техническая характеристика вальцовых станков в шлифовочном процессе для развитых схем сортового хлебопекарного помола

Наименование системы	Параметры рифления вальцов				Кинематические параметры вальцов	
	Плотность рифления, р/см	Угол рифлей, %	Угол заострения $\alpha / \beta, ^\circ$	Взаимное расположение рифлей	$V_6, \text{ м/с}$ (скорость быстровращающегося вальца)	K (отношение окружных скоростей вальцов)
1 шлифовочная	8,5-9,0	6-8	30/65	сп/сп	5	2,0-2,5
2 шлифовочная	9,0-9,5	6-8	30/65	сп/сп	5	2,0-2,5
3 шлифовочная	10-10,5	8-10	30/65	сп/сп	4,5-5	1,5-2,0
4 шлифовочная	11-11,5	8-10	40/70	сп/сп	4,5-5	1,5-2,0

На шлифовочных системах могут быть использованы вальцы с микрошероховатой или нарезной поверхностью. Рекомендуется применять следующие параметры мелющих вальцов:

- нарезные вальцы в соответствии с таблицей 1.2;
- вальцы с микрошероховатой поверхностью:
 - а) окружная скорость быстровращающегося вальца - 5 м/с;
 - б) отношение окружных скоростей - 1,25.

Назначение шлифовочного процесса при макаронных помолах состоит в освобождении крупок от сростков эндосперма с оболочками и доведение их крупности до размеров частиц макаронной муки. Обработку крупок в шлифовочном процессе осуществляют на семи-восьми системах. Компоновку продуктов, поступающих на отдельные системы шлифовочного процесса, осуществляют по крупности и зольности. В зависимости от качества обрабатываемых продуктов в шлифовочном процессе выделяют три этапа:

- первый - включающий первую-третью шлифовочные системы, предназначен для обработки крупок первого качества, получаемых с первой-четвертой драных систем после их обогащения на ситовечных машинах;
- второй - включающий четвертую-пятую (шестую) шлифовочные системы, предназначен для обработки продуктов первого и второго качества, поступающих с первого этапа шлифовочного процесса;

- третий - включающий шестую-восьмую шлифовочные системы, предназначен для обработки продуктов второго качества, получаемых с пятой - шестой драных систем и поступающих со второго этапа шлифовочного процесса.

С целью повышения эффективности шлифования системы первого этапа, а на мукомольных заводах с производительностью более 200 т/сут также второго и частично третьего этапов делят на крупные и мелкие.

При первом сортировании, в зависимости от этапа шлифовочного процесса, к которому относится система, получают крупную, среднюю, мелкую крупки.

При втором и третьем - мелкую крупку, жесткие и мягкие дунсты, муку, при этом допускается объединение продуктов аналогичного качества драного и шлифовочного процессов.

Вальцы шлифовочных систем с нарезной поверхностью характеризуются следующими основными параметрами:

- скорость быстровращающегося вальца – от 4,0 до 4,5 м/с;
- отношение окружных скоростей валцов - от 2,0 до 2,5;
- количество рифлей на 1 см поверхности вальца на крупных системах от 8,0 до 9,0, на мелких – от 9,0 до 10,0;
- уклон рифлей - 10 %;
- взаимное расположение рифлей – «острие по острию» (на системах третьего этапа шлифования – «острие по спинке» или «спинка по спинке»);
- углы заострения рифлей - 30°/60°.

1.2.3 Ситовеечный процесс

В ситовеечных машинах обогащают крупки и дунсты первой, второй и третьей (четвертой) драных систем и крупки шлифовочного процесса. Крупки первого и второго качества обогащают отдельно. При обогащении в ситовеечной машине может быть получено четыре-шесть потоков различного качества в зависимости от конструкции машины и структуры технологической схемы помола.

Работу ситовеечной машины следует считать эффективной, если она обеспечивает:

- при обработке продуктов первого качества выход обогащенных продуктов из крупной крупки от 75 до 80 %, средней и мелкой - от 85 до 90 %, дунстов - от 90 до 95 % и снижение зольности обогащенных продуктов, соответственно, на 30-40, 15-20 и 10-15 %;
- при обработке продуктов второго качества выход обогащенных продуктов из крупной крупки от 25 до 35 %, средней и мелкой - от 40 до 50 %, дунстов - от 70 до 80 % и снижение зольности обогащенных продуктов, соответственно, на 60-70, 30-40 и 20-30 %.

Особенностью макаронных помолов является развитый ситовеечный процесс. Обогащению в ситовеечных машинах подвергаются все круподунстовые продукты, получаемые в драном и шлифовочном процессах.

1.2.4 Размольный процесс

Размольный процесс при сортовых хлебопекарных помолах включает от девяти до двенадцати систем, из них первую размольную систему целесообразно делить на крупную и мелкую. В зависимости от качества поступающих продуктов, параметров их обработки и ассортимента получаемой муки в размольном процессе можно выделить три основных этапа:

- первый - включающий первую, вторую и третью системы, предназначен для получения муки высшего сорта;
- второй - включающий четвертую, пятую, шестую (седьмую) системы, предназначен для получения муки высшего и первого сортов;
- третий - включающий восьмую, девятую, десятую, одиннадцатую (двенадцатую) систему, предназначен для получения муки первого и второго сортов.

Измельчение продуктов в размольном процессе осуществляют на вальцах с нарезной или микрошероховатой поверхностью, возможно их сочетание по системам. В вальцовых станках марки А1-БЗН используют вальцы с микрошероховатой и нарезной поверхностью, а в вальцовых станках марки ЗМ, БВ - только с нарезной поверхностью.

Рекомендуется применять следующие параметры мелющих вальцов.

Вальцы с нарезной поверхностью:

- окружная скорость быстро вращающихся вальцов - от 5,0 до 6,0 м/с, для последних размольных и сходовых систем - от 4,5 до 5,0 м/с;
- отношение окружных скоростей на первом этапе от 2,0 до 2,5 , на втором и третьем - 1,5;
- профиль рифлей с углом острия - от 35 до 45°, углом спинки - от 65 до 70°, при общем угле заострения от 100 до 110°;
- взаимное расположение рифлей «спинка по спинке», плотность нарезки рифлей 10 р/см - на первом этапе, 11 р/см на втором, 12 р/см - на третьем.

Вальцы с микрошероховатой поверхностью:

- окружная скорость быстровращающихся вальцов - 5,0 м/с;
- отношение окружных скоростей - 1,25.

При макаронном помоле твердой пшеницы размольный процесс включает одну-две системы, высокостекловидной - три-четыре системы. В размольном процессе получают, соответственно, от 2 до 5 % муки второго сорта.

На размольных системах применяют вальцы с нарезной или микрошероховатой поверхностью. С целью улучшения качества муки рекомендуется использовать вальцы с микрошероховатой поверхностью в комплексе с деташерами. Основные параметры размольных систем в схеме макаронных помолов аналогичны характеристикам размольных систем в схеме хлебопекарных помолов.

При односортом 85 % помоле пшеницы и сортовых помолах ржи используют от четырех до шести размольных систем причем первую, вторую и третью целесообразно делить на крупную и мелкую. В размольном процессе используют вальцы с нарезной поверхностью. В схемах односортового 85 %

помола пшеницы и 63 % помола ржи, а также двухсортного 80 % помола ржи, с целью снижения зольности (белизны) и хлебопекарных свойств муки, на первой-третьей размольных системах могут быть применены вальцы с микрошероховатой поверхностью, при этом они должны быть установлены на мелких системах.

Рекомендуются следующие параметры нарезных вальцов:

- окружная скорость быстровращающихся вальцов - от 5,0 до 6,0 м/с, для последних размольных систем - от 4,5 до 5,0 м/с;

- отношение окружных скоростей - 2,5 на первых трех размольных системах, и 1,5 - на последних;

- количество рифлей на 1 см - от 10 до 11 р/см;

- уклон рифлей - 10 %, углы заострения рифлей 40°/70°, взаимное расположение «спинка по спинке», на последних двух системах «острие по острию».

1.2.5 Вымольный процесс

При хлебопекарных помолах вымол осуществляется в вымольных машинах. В этих машинах обрабатывают сходовые продукты драных систем.

Режим работы вымольных машин должен обеспечить максимальное отделение эндосперма (в виде муки) от отрубьянистых частиц при минимальном их дроблении. Работа вымольной машины считается эффективной, если количество муки, получаемой на этапе вымола в дражном процессе, составляет от 10 до 15 %, в размольном - от 4 до 5 %.

При односортном помоле пшеницы и сортовых помолах ржи вымольный процесс осуществляется в вымольных машинах, начиная с верхнего схода третьей драмой системы. Пересев проходов вымольных машин может быть выделен в самостоятельную сортировочную систему или производиться в расसेве той же системы.

1.3 Формирование сортов и контроль готовой продукции

Формирование сортов муки производят в размольном отделении мукомольного завода из потоков с отдельных систем технологического процесса или из групповых потоков - в отделении готовой продукции при наличии в нем оборудования для весового дозирования и смешивания. Формирование должно обеспечить установленные расчетные выхода муки по сортам и показатели качества.

Ориентировочные выхода муки по этапам технологического процесса сортового помола пшеницы с развитой технологической схемой приведены в таблице 1.4

Таблица 1.4 – Ориентировочные выхода муки по этапам технологического процесса

Показатели	Этапы технологического процесса					Итого
	драной	шлифовочный	размольный (по системам)			
			1-3	4-7	8-12	
Выход муки, %	17-20	4-6	30-35	12-15	5-7	75-78

Схема технологического процесса должна предусмотреть возможность изменения компоновки потоков муки в сорта и ее контроль. Контроль муки должен обеспечить отделение посторонних частиц и требуемую крупность помола.

В настоящее время при макаронных помолах получают до трех сортов муки: макаронную муку высшего сорта (крупку), макаронную муку первого сорта (полукрупку), муку второго сорта хлебопекарную. Однако ассортимент муки может быть расширен.

Макаронную муку высшего сорта формируют из потоков средней и мелкой крупок и дунстов, получаемых в драном и шлифовочном процессах после их обогащения в ситовеечных машинах. Макаронную муку первого сорта формируют из потоков дунстов и муки. При направлении в полукрупку дунстов последних драных и шлифовочных систем их следует предварительно обогащать в ситовеечных машинах. Муку для формирования полукрупки получают с сортировок второй и третьей драных систем. Муку второго сорта хлебопекарную получают со всех систем технологического процесса.

При макаронных помолах мягкой стекловидной пшеницы, в зависимости от выхода крупки и полукрупки, может быть также получена хлебопекарная мука первого и второго сортов.

Контроль макаронной муки высшего сорта (крупки) осуществляют в ситовеечных машинах, дополнительно может быть применен контроль по крупности в отсеиве.

Контроль полукрупки осуществляют в отсеиве (мука) и ситовеечных машинах (дунсты), смешивание этих потоков производят в определенных пропорциях.

Контроль хлебопекарной муки осуществляют в отсеиве.

1.3.1 Обойные помолы пшеницы и ржи

Обойные помолы пшеницы и ржи относят к простым помолам. На мукомольных заводах осуществляют четыре одинаковых по построению обойных помола: пшеничный, ржаной, ржано-пшеничный (60 % ржи и 40 % пшеницы) и пшенично-ржаной (70 % пшеницы и 30 % ржи).

Зерно пшеницы и ржи в обойную муку перерабатывают на трёх-четырёх системах при минимальном расходе электроэнергии и максимальной нагрузке оборудования.

Согласно «Правилам организации и ведения технологического процесса на мукомольном заводе» режим измельчения зерна и сепарирование продуктов обойного помола должны обеспечить: максимально возможное извлечение

муки на каждой системе; возврат для дополнительного измельчения неразмельчённого до требуемой крупности продукта с последней системы, в количестве не более 3 % от массы зерна, поступившего в помол; образование сходового продукта на контрольных отсевах не более 2 % от массы продукта, направленного на сепарирование.

При обойном помоле пшеницы и ржи выход муки составляет соответственно 96 и 95 %, отрубей - 1 и 2 %. Количество рифлей на 1 см длины окружности валцов колеблется от 4,5 на первой драной системе до 7 на последней. Уклон рифлей от 12 до 14 %, окружные скорости быстровращающихся валцов до 6 м/с, отношение скоростей 2,5 на всех системах, взаимное расположение рифлей «остриё по острию» и углы заострения рифлей от 25 до 65° на всех системах.

В отсевах типа ЗРШ-М на схеме № 4 применяют металлотканые сита от № 08 до 056, в контрольных отсевах - № 063...08. Ориентировочное извлечение муки по системам в процентах от массы поступившего на неё продукта при контрольном сите № 067 должно быть: на I др. с. от 50 до 60 %; на II др. с. от 60 до 70 %; на III др. с. от 70 до 80 %.

При построении схемы обойных помолов пшеницы и ржи необходимо руководствоваться техническими нормами, указанными в «Правилах организации и ведения технологического процесса на мукомольном заводе», которыми предусмотрена нагрузка в сутки: на 1 см длины валцов при 96 %-ом обойном помолу $q = 310...340$ кг/(см·сут), при 95 %-ом ржаном помолу $q = 295...340$ кг/(см·сут), соответственно на 1 м² просеивающей поверхности - 4000...4800 кг/(м²·сут) (отсева ЗРШ-М).

Основные показатели качества муки при обойном помолу таковы: зольность не более чем на 2 % и не менее чем на 0,07 % ниже зольности зерна до очистки; крупность - остаток на металлотканом сите № 067 не более 2 % и проход через металлотканое сито № 38 не менее 35 % (для пшеничной муки) и 30 % (для ржаной); для пшеничной муки количество клейковины не менее 20 %, качество её не ниже второй группы; цвет муки пшеничной - белый с желтоватым или сероватым оттенком с заметными частицами оболочек зерна, ржаной - серовато-белый с заметными частицами оболочек зерна.

1.3.2 Сортовые помолы ржи

При построении технологического процесса выработки ржаной сортовой муки учитывают, что в зерне ржи содержание эндосперма на 4...5 % меньше, чем в зерне пшеницы, эндосперм по структуре вязкий и оболочки толще, более прочные и сильнее связаны с периферийным слоем эндосперма. Эти особенности обуславливают образование в массе получаемых крупок незначительного количества частиц оболочек без эндосперма. Частицы смеси почти не отличаются по скорости витания, в результате чего процесс обогащения в ситовечных машинах малоэффективен и его, как и шлифовочный процесс, при сортовых помолу ржи не применяют.

На мукомольных заводах, вырабатывающих ржаную сортовую муку,

применяют короткие технологические схемы, обуславливающие низкие режимы измельчения.

1.3.3 Односортный 87 %-ный помол обдирной муки

Односортный обдирный помол, как и обойный, относится к простым помолам. Технология выработки обдирной муки включает от 4 до 5 драных и от 1 до 2 размольные системы. Для интенсификации измельчения и сепарирования продукт после вальцовых станков драных систем обрабатывают в бичевых машинах. Для вымола сходовых продуктов применяют бичевые машины.

На первую р. с. направляют нижние схода с рассевов I и II др. с. На вальцовых станках число рифлей на 1 см на драных системах применяют: на I – от 4,5 до 5,5; на II – от 5,5 до 6,0; на III – от 6,5 до 7,0; на IV - от 7 до 8; на V – от 8 до 9; на 1-й и 2-й р. с. - 9, взаиморасположение рифлей «остриё по острию». Угол заострения рифлей $25/65^\circ$, $K = 2,5$. Уклоны рифлей на вальцах I...II др. с. 10 %, III...IV др. с. - 12, 1-й и 2-й р. с. - 10 %.

Режим обдирного помола устанавливают с таким расчётом, чтобы на I и II др. с. извлечь необходимое количество продуктов для загрузки 1-й р. с. Ориентировочные показатели извлечения на I др. с. от 45 до 55 % и на II др. с. от 55 до 65 % (проход сита № 08). На остальных системах стремятся получить максимальное количество муки лучшего качества и оболочки с минимальным содержанием эндосперма. При наличии одной размольной системы режим измельчения должен обеспечить извлечение муки от 70 до 80 %, а при двух размольных системах извлечение на 1-й р. с. должно составлять от 40 до 50 %, на 2-й – от 70 до 80 %. Из 87 % всего выхода муки в драном процессе получается от 72 до 73 % и с размольных систем – от 14 до 15 %.

Удельные нагрузки на вальцовую линию при скорости быстровращающегося вальца 6 м/с составляют по «Правилах организации и ведения технологического процесса на мукомольном заводе» от 170 до 200 кг/(см·сут), на просеивающую поверхность рассевов типа ЗРШ-М от 1700 до 2300 кг/(м²·сут).

При обдирном помоле базисный выход муки 87 %, отрубей 9 %, зольность обдирной муки не более 1,45 %. Крупность помола характеризует сход с сита № 045 не более 2 %, проход через сито № 38 (шёлковое) не менее 60 %, цвет муки должен быть серовато-белым.

1.3.4 Двухсортный 80 %-ный помол сеяной и обдирной муки

При двухсортном 80 %-ном помоле зерна ржи вырабатывают муку сеяную и обдирную. Зерно измельчают на IV...V др.с. и с 3 по 5-й р.с.

Режимы работы вальцов: число рифлей на драных системах – от 4,5 до 9 на 1 см длины окружности вальца, на размольных системах – от 9,5 до 10; уклон рифлей на драных системах от 8 до 14 %, на размольных – от 10 до 14 %; рифли имеют угол заострения $25/65^\circ$; расположение рифлей «остриё по острию» на драных и размольных системах; отношение скоростей быстро- и медленно вращающихся вальцов $K = 2,5$; скорость быстровращающегося вальца

6 м/с. Отношение длины размольной линии к длине драной от 0,3 до 0,7.

При построении схемы следует руководствоваться следующим: крупки отбирают с I и II др. с., при этом режим измельчения I др. с. устанавливают от 40 до 50 % и II – от 50 до 60 % (проход через сито № 08); полученные крупки размалывают последовательно на 1-й и 2-й р. с., при этом извлечение муки на 1-й р. с. составляет от 40 до 50 %, на последующих системах – от 60 до 70 %; вымалывают продукты, полученные в драном и размольном процессах, с применением бичевых и щёточных машин; отбирают сеяную муку в основном со II и III др. с. и с 1-й, 2-й р. с. Для отбора сеяной муки применяют полиамидные сита № 41/43к...45/50, а для отбора обдирной муки - № 27...29 (капроновые сита).

По «Правилах организации и ведения технологического процесса на мукомольном заводе» предусмотрены: нагрузка на 1 см длины вальцов 140...170 кг/сут; нагрузка на 1 м² просеивающей поверхности 1600...2000 кг/сут для рассевов типа ЗРШ-М. Площадь поверхности сит контрольного рассева составляет от 14 до 16 % от общей просеивающей поверхности.

1.3.5 Односортный 63 %-ный (сеяной муки) помол ржи

Технологический процесс выработки сеяной муки значительно сложнее, чем двухсортный помол ржи. Объясняется это не только требующей крупностью и качеством муки, но и физическими свойствами ржи.

Из центральной части сравнительно легко разрушающегося эндосперма получают примерно от 20 до 22 % муки зольностью от 0,35 до 0,45 %; периферийная часть эндосперма относительно прочно связана с алейроновым слоем и при механическом воздействии (при размоле на последних системах) трудно отделяется от оболочек. Поэтому при размоле на средних и особенно на последних системах мука образуется в результате одновременного измельчения периферийного слоя эндосперма и оболочек, потоки с последних систем направляются в мучку.

Основная особенность схемы заключается в применении плющильной подготовительной системы (если нет шелушильной машины), которая не только удаляет пыль из бороздки, но и предварительно дробит зерно облегчает последующее измельчение его на I др. с. На плющильной системе выделяется от 0,5 до 1 % муки зольностью от 3,5 до 3,8 %, которую направляют в кормовую мучку (проход через полиамидное сито № 17,5...19,5). В результате предварительного плющения зерна мука с I др. с. получается более высокого качества.

Технологический процесс производства сеяной муки ведут на двух технологических линиях с числом систем: драных – от 6 до 7 (включая плющильную); размольных – от 5 до 7; отношение длины размольных вальцов к длине драных систем ($l_p/l_{др} = 0,7...0,9$); отношение просеивающей поверхности размольных и шлифовочных систем к драным системам ($F_p/F_{др} = 0,7...1,0$); просеивающая поверхность для контроля по отношению ко всей поверхности ($F_{контр} = 10...12 \%$).

При построении схемы помола необходимо: применять плющильную систему; отбирать крупку и дунсты с I, II, III др. с.; размалывать крупки и дунсты на 1...4-й р. с.; муку контролировать раздельно по потокам, близким по качеству; первый поток - с I, II и III др. с. и 1-й и 2-й р. с.; второй поток - с IV др. с., 3...6-й р. с. и пересевов.

В расसेве контроля муки надо устанавливать для просеивания муки лучшего качества редкие сита и для просеивания муки более низкого качества густые сита. Муку сеяную отбирают проходом полиамидных сит № 41/43...45/50. Извлечение на драных системах в проходе через сито № 08 составляет: на I др. с. 25...35 %, на II др. с. 35...45 %.

На 1-й р. с. извлечение муки составляет от 25 до 35 %, на остальных системах – от 35 до 40 %. Сход с последней размольной системе должен быть не более чем 2 или 3 %. Сеяная мука должна отвечать следующим показателям: зольность не более 0,75 %; крупность - остаток на сите № 27 не более 2 %, проход через сито № 38 не менее 90 %; цвет муки должен быть белым.

Для повышения выходов ржаной муки и улучшения её качества при сортовых и обойных помолах предусматривают следующие приёмы:

- очистку поверхности зерна с применением шелушильных машин типа ЗШН, для удаления легкоотделяемых плодовых оболочек при сортовых помолах до 3,5...4 % и при обойном - до 2...2,5 %;

- обработку продуктов размола после вальцовых станков I, II, III и IV др. с. в бичевых машинах, схода с которых соответственно направляют в вальцовый станок следующей системы, а проходы - в рассев данной системы, что позволит снизить загрузку рассевов примерно на 50 %;

- установку мучных сит в начале процесса больших номеров, в конце - меньших.

Выход сеяной муки при двухсортном помоле повысился с 15 до 30 %, а обдирный при односортном помоле - с 87 до 90 %. При обойном помоле ржи и пшеницы проход муки через сито № 38 увеличился с 30 до 45...55 %.

1.3.6 Помол ржано-пшеничной смеси

Технологическая схема размола должна включать следующие процессы: драной, шлифовочный, размольный, вымольный, контроль муки. Данная схема является универсальной для производства муки Сортовая 1, Сортовая 2, Сортовая 3 из ржано-пшеничных смесей с любым соотношением компонентов.

Драной процесс осуществляют на шести системах. Техническая характеристика вальцовых станков должна соответствовать данным таблицы 7.5. Режимы измельчения должны определяться просеиванием 100 г продукта через сито № 08 в течение 5 мин. Рекомендуемые режимы измельчения: I др. с. - величина извлечения от 20 до 40 %, II др. с. - величина извлечения от 50 до 65 %.

Таблица 1.5 – Рекомендуемые параметры вальцовых станков драных систем

Наименование системы	Удельные нагрузки, кг/см·сут	Кинематические параметры		Параметры рифления		
		V б, м/с (скорость быстровращающегося вальца)	K (отношение окружных скоростей валков)	количество на 1 см	уклон, %	углы заострения, $\alpha/\beta, ^\circ$
I драная	500-800	6	2,5	4,5-5	6-8	25-30/65
II драная	300-500	6	2,5	5,5-6,5	8-10	25-30/65
III драная	200-300	5-6	2,5	7-8	8-10	25-30/65
IV драная	150-200	4,5-5	1,5-2,5	8-8,5	10-12	25-30/65
V драная	100-150	4,5-5	1,5-2,5	9-9,5	10-12	25-30/65

Примечания – 1) Большее количество рифлей на 1 см принимают для мелких систем.
2) Большой уклон и меньший угол острия рифлей принимают при помолах ржи.

Процесс шлифовки крупок I и II драных систем осуществляется совместно на одной системе. Параметры вальцов должны соответствовать технологической схеме, а режим работы должен обеспечивать извлечение не менее 50 % через сито № 19,5 ПА-160.

Вымол, начиная с V др. с., осуществляется в вальцовых станках и бичевых машинах. Сход бичевой машины направляется в отруби. Параметры рабочих органов машин должны соответствовать технологической схеме, а режим работы должен обеспечивать получение отрубей в количестве, соответствующем нормам выхода.

Контроль муки должен обеспечивать отделение посторонних частиц и требуемую крупность помола. Его осуществляют в отсевах в соответствии с технологической схемой.

1.3.7 Трёхсортный, двухсортный и односортный помолы зерна пшеницы в хлебопекарную муку

Трёхсортный и двухсортный пшеничные помолы проводят с общим выходом муки 75 и 78 % и односортный - с выходом муки 72 %. Двухсортные помолы зерна пшеницы проводят на мукомольных заводах, технически менее оснащённых или когда качество зерна не позволяет получить муку высшего сорта. Двухсортный и односортный 72 %-ный (с выходом муки первого сорта) помолы построены на тех же принципах, что и трёхсортный. Схемы хлебопекарного помола зерна пшеницы представлены в приложении В. (Новгородская и Кемеровская мельницы – в соответствии с приложениями А и Б).

Драной процесс. Его назначение заключается в том, чтобы извлечь из эндосперма на первых драных системах возможно большее количество промежуточных продуктов в виде крупок и дунстов с минимальной зольностью

и небольшое количество муки, а на последних системах отделить от оболочек оставшиеся частицы эндосперма. Драной процесс состоит из двух этапов: отбора крупок и дунстов и вымола оболочечных продуктов.

Дранные системы состоят из вальцовых станков с рифлёной поверхностью и просеивающих машин. Системы связаны между собой так, что верхний сход с просеивающей машины предыдущей системы поступает в вальцовый станок последующей системы. Мука с дранных систем в зависимости от её качества поступает в потоки муки первого или второго сорта. Все остальные продукты (крупки и дунсты), получающиеся на дранных системах, являются промежуточными, и их направляют на обогащение и размол.

При проектировании схем технологического процесса многосортных (с общим выходом муки от 75 до 78 %) и односортного (с выходом 72 % муки первого сорта) помолов драной процесс строят с учётом следующих требований:

- число дранных систем от 5 до 6;
- окружная скорость быстровращающихся вальцов от 5 до 6 м/с (на V...VI др. с. 4,5 м/с);
- отношение окружных скоростей быстро- и медленно вращающихся вальцов 2,5 (на первых трёх-четырёх дранных системах), на последних дранных системах 1,5 или 2,0;
- число рифлей на I др. с. 3,5...4,5, на последней - 7,5...8,5 на 1 см - число рифлей на мелких системах увеличивается на 0,5...1 по сравнению с аналогичной крупной системой;
- уклон рифлей от 4 до 6 и от 8 до 9 %;
- в зависимости от технологических свойств зерна взаиморасположение рифлей рекомендуется применять: на I, II и III др. с. при стекловидности зерна выше 40 % - «спинка по спинке» и ниже 40 % - «остриё по острию», на остальных дранных, шлифовочных, размольных и сходовых системах «спинка по спинке»;
- общий угол заострения рифлей должен быть в пределах от 90 до 110°, в том числе угол острия от 30 до 40°, угол спинки от 60 до 70°. Большие углы заострения и углы граней применяют на последних (V...VI) дранных системах.

Для более эффективного вымола сходовых продуктов в дражном процессе применяют бичевые машины. Задача их заключается в отделении остатков эндосперма от оболочек. Обработка верхних сходов с III, IV и V др. с. в бичевых машинах обеспечивает интенсивный вымол оболочек и максимальное извлечение муки.

В бичевых машинах остатки эндосперма отделяются от оболочек в результате ударного воздействия бичей на обрабатываемый продукт, взаимотрения частиц продукта и трения их об элементы подвижных рабочих органов машины, а также при прохождении продукта через отверстия в ситовом цилиндре. Такое воздействие на отрубянистые частицы способствует нарушению связей между оболочками и алейроновым слоем, интенсивному измельчению эндосперма, менее значительному разрушению оболочек.

Деление драных систем на крупные и мелкие. Эффективность измельчения продукта в вальцовых станках в значительной степени зависит от однородности продукта. Между вальцами зазор устанавливают в зависимости от крупности измельчаемого продукта. Состав верхнего схода любой драной системы неоднороден. Сход - это смесь крупных и сравнительно мелких частиц. Если эту смесь направить на следующую по схеме систему, на которой зазор между вальцами установлен с ориентацией на крупные частицы, то мелкие частицы не будут подвергаться воздействию вальцов. Это приведёт к нерациональной загрузке вальцового станка и просеивающей машины данной системы. Если же зазор между вальцами устанавливать по мелкому продукту, то это приведёт к излишнему дроблению оболочек. Поэтому для нормального режима работы драных систем рекомендуется измельчать фракции отдельно (на крупных и мелких), а после станков просеивать отдельно или вместе.

Раздельное измельчение продуктов, различающихся крупностью, более эффективно, поскольку оно позволяет устанавливать оптимальные режимы на одноимённых крупных и мелких системах и, следовательно, получать лучшие результаты. Раздельное просеивание целесообразно лишь на II и III др. с., где из крупных продуктов извлекают крупки, дунст и муку лучшего качества. С IV др. с. этот технологический приём нерационален, так как образующиеся крупные и мелкие продукты незначительно отличаются по качеству.

Высокий уровень подготовки зерна к помолу в сочетании со стабильными режимами измельчения и эффективным сортированием в отсевах позволяет не разделять II др. с. на мелкую и крупную. Этот технологический приём способствует стабильности ведения процесса крупобразования на наиболее ответственных системах драного процесса.

Применение сортировочных систем. Схемы отсевов I, II и III др. с. не позволяют чётко разделить на фракции по крупности такие продукты, как средняя и мелкая крупка, дунст и мука. Для повышения приёмной способности отсевов, эффективного сортирования этих продуктов вводят так называемое двухэтапное сортирование. В отсеве драной системы, в который поступает смесь продукта, измельчённого в вальцовом станке, отдельными фракциями получают верхний (первый и второй) сход, крупную и среднюю крупки. Все остальные продукты (мелкая крупка, дунст и мука) в смеси поступают на дополнительное сортирование. Крупки и дунст, отсеянные в этих отсевах, направляют на соответствующие технологические операции (обогащение, размол), а муку - в контрольный рассев.

В зависимости от производительности мукомольного завода смеси группируют по одному из следующих вариантов:

- отдельное направление потоков смесей с I, II, III др. с. на 1-ю, 2 и 3-ю сорт. с.;
- отдельное сортирование смесей: с I, III др. с. в 1-ю сорт. с. и отдельное со II др. с. во 2-ю сорт. с.;
- отдельное сортирование смесей с I др. с. в 1-ю сорт. с. и совместное со II и III др. с. во 2-ю сорт. с.

Режим работы драных систем. Режим работы вальцовых станков драных систем должен обеспечить заданную степень измельчения зерна или его частей, он характеризуется показателями общего и частного извлечения. Режимы измельчения на драных системах представлены в таблице 1.6.

Таблица 1.6 – Рекомендуемые режимы измельчения на I–III драных системах технологического процесса сортового помола пшеницы

Наименование системы	Номер контрольного сита	Извлечение в % к массе продукта, поступающего	
		на данную систему	на I драную систему
I драная	1	25-35	25-35
II драная	1	50-60	34-45
III драная	08	35-45	10-13

Извлечение на системе устанавливаются в зависимости от структурно-механических свойств зерна, числа драных систем, участвующих в технологическом процессе. Режим работы драных систем в соответствии с указанными показателями измельчения и в зависимости от стекловидности зерна должен обеспечить получение крупок и дунстов на I, II и III др.с. в таблице 1.7.

Таблица 1.7 – Ориентировочные показатели извлечения крупок и дунстов в драном процессе, % от массы зерна, поступившего на I др. с.

Продукт	Стекловидность пшеницы, %		
	свыше 60	60...40	ниже 40
Крупка (крупная, средняя, мелкая)	54	50	46
Дунст	12	14	16
Итого	66	64	62

На выход крупок и дунстов существенное влияние оказывает стекловидность.

Сортирование по качеству крупок и дунстов (процесс обогащения). Обогащение крупок и дунстов при переработке зерна пшеницы в сортовую муку - это важная технологическая операция. Хорошо налаженная работа ситовеечных машин, чёткая группировка направляемых на обогащение потоков крупок по их однородности, крупности и качеству позволяют увеличивать выход муки высоких сортов и улучшать качество муки всех сортов.

Целесообразно группировать крупки после просеивающих машин перед обогащением в следующие потоки:

- крупная крупка - отдельно с каждой драной системы;
- средняя крупка с драных систем может направляться на обогащение

раздельно или совместно;

- мелкая крупка с I, II и III др.с. после отсева из неё дунста и муки - отдельно или совместно, а с IV др.с. - отдельно;

- жёсткий дунст - отдельно с каждой драмой системы;

- допускается смешивание дунста только с I и III др.с.

Для мукомольных заводов небольшой производительности, имеющих недостаточное число ситовеечных машин, можно объединять крупки и дунсты с I и II др.с. для совместной обработки. Так как после шлифовочных систем в смеси крупок содержатся свободные частицы оболочек, то для их отделения среднюю и мелкую крупку с этих систем также обогащают. Для этого же иногда обогащают мелкую крупку (нижний сход) с 1-й и 2-й р.с. и 1-й сх.с.

Отбор манной крупы. На мукомольных заводах сортового помола пшеницы, кроме муки высшего, первого и второго сортов, вырабатывают до 2 % манной крупы. Манную крупу отбирают из потока крупной крупки 2 др.с.кр. (более добротной, чем с других систем). Эту крупку после рассева направляют в ситовеечную машину для обогащения, где её делят на три потока. Первый проход (мелкую фракцию крупной крупки) передают в вальцовый станок 2-й шл.с., второй проход - в специально выделенную контрольную ситовеечную систему и третий проход (крупную фракцию крупной крупки) - на 1-ю шл.с.

На контрольной ситовеечной машине первым проходом получают мелкую фракцию крупной крупки и направляют её на 2-ю шл.с., вторым проходом через последующие сита - манную крупу и третьим проходом - крупную фракцию крупной крупки, которую направляют на 1-ю шл.с. Манную крупу отбирают в результате уменьшения выхода муки высшего сорта.

Шлифовочный процесс. Шлифовочным называют процесс механического отделения от крупок сросшихся с ними частиц оболочек и зародыша. Этот процесс осуществляют в вальцовых станках при получении небольшого количества муки.

При сортовых помолах пшеницы в зависимости от производительности и оснащённости мукомольного завода применяют от одной до шести шлифовочных систем. На шлифовочные системы направляют: обогащённую крупную крупку с I и II др.с., а также крупку с III др.с. при зольности не более 1,2 %; обогащённые среднюю и мелкую крупки с I по III др.с. и мелкую крупку с IV др.с.; сходовые продукты ситовеечных машин и шлифовочных систем.

На шлифовочные системы направляют после драных систем и после ситовеечных машин раздельно крупную, среднюю и мелкую крупки. После шлифования крупные крупки по размеру становятся средними, средние - мелкими и мелкие - дунстами.

На системах, обрабатывающих крупную крупку, устанавливают вальцы с числом рифлей от 9,5 до 10 на 1 см длины окружности вальца. Уклон рифлей для всех систем от 6 до 10 %, расположение рифлей «спинка по спинке». Отношение окружных скоростей вальцов 1,5. Сита в отсевах шлифовочных систем устанавливают: для отделения верхних сходов в интервале № 08...056

(металлотканые) или № 8...12,5 (полиамидные), средних крупок № 13,3...16 (полиамидные), мелких крупок № 17,5...22,7 (полиамидные) и муки № 33/36...45/50 (полиамидные).

Режим работы шлифовочных систем должен обеспечить наиболее полное отделение оболочек от крупок с наименьшим дроблением последних и минимальным образованием муки.

Работа шлифовочных систем характеризуется количеством и качеством извлечённой муки. Так, при обработке крупок первого качества в вальцовых станках 1-й и 2-й шл. с. максимальное количество муки (проход через шёлковое сито № 38 или полиамидные № 41/43) должно быть не более 12 % по отношению к массе продукта, поступившего на систему. На вальцовых станках 3-й и 4-й шл. с. это количество не должно превышать 15 %, а при обработке продуктов второго качества - 18 % (проход через полиамидное сито № 41/43).

Размольный процесс. Назначение процесса - измельчение в муку крупок и дунстов, полученных в дражном, шлифовочном и ситовеечном процессах. Этот этап является завершающим в технологическом процессе. С каждой размольной системы стремятся получить возможно большее количество муки минимальной зольности при оптимальных удельных нагрузках на технологические машины и минимальном удельном расходе электроэнергии.

Число размольных систем устанавливают в зависимости от производительности мукомольного завода, вида помола, прочности измельчаемых продуктов, степени развитости дражного, ситовеечного и шлифовочного процессов. При трёхсортных помолах пшеницы в размольном процессе применяют от 10 до 14 систем, в том числе: три-четыре системы для размола крупок и дунстов первого качества, три-четыре системы для продуктов второго качества, две-три системы для вымола и одну-две сходовые системы.

Вальцы на размольных системах устанавливают со следующими параметрами: число рифлей от 10 до 11 на 1 см, уклон рифлей от 8 до 10 %, расположение рифлей «спинка по спинке», отношение окружных скоростей на 1...3-й р. с. - 2,5, на остальных - 1,5. В настоящее время на мукомольных заводах сортового помола применяют вальцы с микрошероховатой поверхностью, что улучшает процесс измельчения и позволяет увеличить на 1 или 2 % выход муки высоких сортов.

Так как основной задачей размольного процесса является измельчение поступающих крупок и дунстов, режим измельчения каждой размольной системы устанавливают так, чтобы обеспечить максимально возможное извлечение муки без ущерба для её качества.

При размоле крупок и дунстов первого качества на 1...3-й р. с. должно обеспечиваться извлечение муки, характеризуемое проходом через шёлковое сито № 43 или полиамидное № 45/50 в количестве от 45 до 55 % от массы поступающего продукта. На других размольных системах извлечение должно составить от 35 до 45 %. При переработке продуктов второго качества (крупок, дунстов, сходовых продуктов) извлечение должно составить от 20 до 25 % проходом через шёлковое сито № 38 или полиамидное № 41/43, а на сходовых

системах – от 15 до 20 %.

1.3.8 Особенности построения технологических схем

При измельчении стекловидной пшеницы в драном (крупнообразующем) процессе увеличивается выход промежуточных продуктов (крупок, дунстов) и уменьшается выход муки. Промежуточные продукты имеют более высокую зольность, так как они образуются в результате измельчения не только эндосперма, но и хрупких оболочек. Мука из стекловидной пшеницы получается рассыпчатой (крупинчатой) и легко просеивается через сито. Вымалывается стекловидная пшеница легче, чем мучнистая. Поэтому при переработке стекловидной пшеницы выход муки более высокий, а отруби содержат меньше мучнистых частиц.

Переработка в муку стекловидной пшеницы требует более развитых процессов шлифования и обогащения не только в связи с увеличением количества крупок, поступающих на обогащение, но и из-за более высокой их зольности. Кроме того, на системах крупнообразования (I...IV др.с.) образующиеся крупки и дунсты более крупные, требуют более интенсивной обработки на шлифовочных системах.

При измельчении мучнистой пшеницы, отличающейся незначительной прочностью эндосперма, в драном процессе получают меньше крупок и больше муки. Поэтому при размол мучнистой пшеницы процессы шлифования, обогащения и размола сокращаются.

При измельчении в драном процессе эндосперм твёрдой стекловидной пшеницы почти целиком разделяется на крупки, а муки получается незначительное количество. Вымалывается твёрдая пшеница хорошо.

Построение схемы технологического процесса должно предусматривать три технологически законченные линии: драного, шлифовочного и размольного процессов, или две законченные линии: драного и размольного процессов, включающих шлифовочные и сходовые системы в таблице 1.8.

Таблица 1.8 – Ориентировочные показатели построения схемы сортовых помолов пшеницы

Помолы	Число систем		Отношение длины вальцов размольных и шлифовочных систем к драным	Отношение просеивающей поверхности размольных и шлифовочных систем к драным	Просеивающая поверхность для контроля по отношению ко всей поверхности, %
	драных	шлифовочных и размольных			
Трёхсортный с общим выходом муки 75...78 %	5...6	14...16	0,9...1,0	1,0...1,2	10...14
Двухсортный с общим выходом муки 75...78 %	4...5	7...10	0,9...1,15	0,8...1,0	10...12
Односортный с выходом муки 72 %	5...6	14...16	1,1...1,3	1,0...1,2	10...14
Односортный с выходом муки 85 %	4...5	4...5	0,6...1,0	0,7...0,85	12...15

1.3.9 Односортный 85 %-ный помол муки второго сорта

Этот тип помола принят для мукомольных заводов, технически менее оснащённых и с сокращённым технологическим процессом. Выход муки составляет 85 %, отрубей - 11,5 %, отходов всех категорий с механическими потерями - 3,5 %. Количество муки не должно отличаться от качества муки второго сорта, вырабатываемой при многосортных помолах пшеницы. Схема помола включает драной процесс, сокращённый процесс обогащения и размольный процесс.

Драной процесс предусматривает четыре-пять систем. Число рифлей на I др. с. от 4,5 до 5 на 1 см длины окружности вальцов, на каждой из последующих систем увеличивают на 0,5...1,5 рифли на 1 см. Уклон рифлей на I и II др. с. - 8 %, на III, IV - 10 %. Окружная скорость быстровращающегося вальца - 6 м/с, отношение окружных скоростей - 2,5, взаиморасположение рифлей на I...V др.с. - «остриё по острию».

Сита в отсевах устанавливают с учётом размеров частиц измельчённого зерна. Так, в отсеве I др. с. (при схеме № 1 отсева ЗРШ-М) применяют металлотканые сита: первые четыре сита № 085 и вторые четыре сита № 050. На каждой последующей системе размеры отверстий сита соответственно уменьшают, и на V др. с. первые четыре сита № 045.

Обогащают крупную крупку I и II др.с. Манную крупку отбирают из крупной крупки II др. с. после двукратного обогащения в ситовечной машине. Для отбора муки второго сорта на всех системах применяют полиамидные сита № 33/36...41/43. Число рифлей на 1 см длины окружности вальцов 1-й р.с. - 9,5, на остальных размольных системах - 10, уклон рифлей - 10 %, окружная скорость быстровращающегося вальца - 6 м/с, отношение окружных скоростей

- 2,5. Взаиморасположение рифлей на размольных системах «остриё по острию». В отсевах размольных систем приёмные сита устанавливают металлочные: № 056...053 на 1-й р.с., № 053...050 на 2-й и 3-й, и № 045...040 на 4-й и 5-й р.с.

Технологический режим характеризуется большим (приблизительно 45 %) выходом муки в драном процессе. Технологический процесс по сокращённой схеме сортовых помолов пшеницы имеет пять драных и три размольные системы или пять драных и четыре размольные системы. II др.с. подразделяют на крупную и мелкую. После вальцовых станков первых четырёх драных систем продукты измельчения сортируют в бичевых машинах, сход с которых (50...40 %) направляют в вальцовый станок последующей системы (II, III, IV и V др. с.), а проход (50...60 %) - в отсев драной системы (II, III и IV др.с.).

Для разделения продуктов измельчения после вальцовых станков применяют горизонтальные бичевые машины на мукомольных заводах с механическим транспортом и пневмобичевые машины на мукомольных заводах с пневматическим транспортом. Окружная скорость роторов бичевых машин для крупных драных систем – от 14 до 17 м/с, для мелких – от 8 до 11 м/с.

Число рифлей на I др.с. - пять на 1 см длины окружности вальцов, далее на каждой последующей системе их число увеличивают на 0,5...1,5. Так как частицы продукта, направляемого на мелкие драные системы меньше, то на них нарезают на 0,5...1,0 рифлю больше, чем на такой же крупной системе. Уклон рифлей на I и II др.с. - 8 %, на III и IV - 10 % и на V др.с. - 12 %. Окружная скорость быстровращающегося вальца на первых четырёх драных системах 6 м/с, на V - 4 м/с, отношение окружных скоростей 2,5 на первых четырёх системах и 1,5 - на V др.с.

На всех драных системах установлены металлочные сита: на I др.с. четыре сита № 060, на II др.с. крупной № 056...053, на II др.с. мелкой и на III др.с. № 053, на IV др.с. № 050, на V др.с. № 045. Для отбора муки второго сорта установлены сита № 33/36...42/48. Окружная скорость быстровращающегося вальца на первых двух размольных системах увеличена от 8 до 10 м/с.

Для отбора манной крупы предусмотрены две ситовые машины, обогащающие крупную крупку II др.с. В таблице 1.9 приведены ориентировочные данные о режимах работы систем при односортом 85 % помолу муки второго сорта.

Таблица 1.9 – Режим работы систем при односортом 85-% помолу муки второго сорта

Показатель	Драная		Размольная	
	I	II	1-я	2-я
Проход через сито, №	1	08	45/50 ПА	45/50ПА
Извлечение, % от массы продукта, поступающего на систему	45...55	50...60	50...60	50...60

Удельная нагрузка на 1 см длины вальцовой линии от 95 до 125 кг/сут, на 1 м² просеивающей поверхности - 1100...1500 кг/сут для рассевов типа ЗРШ-4М.

1.3.10 Выработка хлебопекарной муки с использованием ограниченного числа технологического оборудования

Для увеличения выработки сортовой муки на мукомольных заводах с ограниченным числом технологического оборудования разработанные сокращённые технологические схемы помолов. Их применяют для перевода мукомольных заводов с односортового 85 %-ного на двухсортовый 78 %-ный помол, а также с обойного на односортовый 85 %-ный помол. Сокращённые технологические схемы отличаются меньшим числом систем в драном, шлифовочном и размольном процессах; ситовые машины используют только для отбора манной крупы.

При подготовке зерна к помолу обязательным является для данного типа зерна максимальное увлажнение при соблюдении определённого времени отволаживания. Перед I др.с. зерно обязательно увлажняют на 0,4...0,5 % с отволаживанием в течение 10...30 мин. Повышенные требования, предъявляемые к гидротермической обработке, объясняются более низкими режимами измельчения.

Для улучшения очистки поверхности зерна рекомендуется по возможности использовать шелушильные машины типа ЗШН. Эти машины позволяют снять с зерна непрочные загрязнённые оболочки. При многосортных помолах съём оболочек должен составлять до 2 %.

В размольном отделении для снижения нагрузки на рассевы драных систем рекомендуется после вальцовых станков первых четырёх систем устанавливать бичевые машины. Этот приём улучшает сортирование промежуточных продуктов, позволяет применять более густые мучные сита. Кроме того, при обработке в бичевых машинах зерновые продукты дополнительно измельчаются. Выбор окружной скорости ротора бичевой машины зависит от качества обрабатываемых продуктов - для продуктов с крупных драных систем она составляет от 14 до 17 м/с, с мелких – от 8 до 11 м/с. Следует устанавливать одну бичевую машину после каждой половины вальцового станка. При использовании пневмобичевых машин необходимо иметь двухступенчатую пылевую защиту: первая в циклонах, вторая во всасывающих тканевых фильтрах.

Соотношение между вальцовой линией драного и шлифовочно-размольного процессов принимают 1:1. На I др.с. применяют низкий режим измельчения (проход через сито № 1 должен составлять от 40 до 45 %). При этом для улучшения качества крупок и дунстов нагрузка на 1 см вальцовой линии должна составлять от 750 до 800 кг/сут.

Для улучшения качества промежуточных продуктов на IV, V др.с. применяют окружные скорости быстровращающихся вальцов от 4 до 4,5 м/с.

При сокращённом размольном процессе на первых системах при условии обеспечения высокого качества поступающего продукта применяют

интенсивные режимы измельчения, что достигается изменением отношения окружных скоростей валцов с 1,5 до 2,5 на 1, 2 и 3-й р. с. Режим работы валцовых станков этих систем должен обеспечить извлечение от 50 до 60 % к системе (проход через полиамидное сито № 41/43) при нагрузке не более чем от 250 до 300 кг/(см²·сут).

Начиная с 5-й р. с. рекомендуется окружную скорость быстровращающихся валцов принимать от 4 до 5 м/с и отношение окружных скоростей 1,25, что снижает интенсивность перетирающих оболочек и улучшает качество муки. В отсевах драных, шлифовочных и размольных систем применяют мучные полиамидные сита № 41/43...54/62.

1.3.11 Четырёхсортный помол пшеницы

Для получения не менее 20 % муки высшего сорта для макаронных изделий зерно, направляемое в переработку, должно иметь стекловидность не менее 50 %, содержать клейковины не менее 23 %, влажность зерна должна быть не более 13,5 %.

1.3.11.1 Драной процесс

Схема помола включает пять систем, из которых III и IV делят на крупную и мелкую. Принципы построения драного процесса должны соответствовать рекомендациям по техническому перевооружению предприятий с использованием высокопроизводительного оборудования при хлебопекарных помолах. Для увеличения выхода крупок взаиморасположение рифлей на I, II др.с. устанавливают «остриё по спинке».

Макаронную крупку в драном процессе отбирают с ситовеечных машин, обогащающих среднюю, мелкую крупку и жёсткий дунст II, III др.с. Всего в драном процессе может быть получено до 10 % макаронной крупки. Фракции крупок I, III др. с. размером более 500 мкм (сход с полиамидных сит № 14, 15,5) направляют после обогащения на шлифовочные системы.

Примерные режимы измельчения на драных системах следующие: на I др.с. от 25 до 30 %; на II др.с. от 50 до 55 %; на III др. с. кр. от 30 до 40 %; на III др.с. мелк. от 40 до 45 %.

1.3.11.2 Шлифовочный процесс

В зависимости от производительности мукомольного завода и требуемого выхода макаронной крупки число шлифовочных систем принимают четыре-пять.

Для увеличения выхода фракции, соответствующей по крупности макаронной крупке, на системах шлифовочного процесса рекомендуется применять станки с нарезными валцами. При этом геометрические параметры рифлей должны соответствовать рекомендациям Правил. Взаиморасположения рифлей «остриё по острию», отношение окружных скоростей мелющих валцов 2,5:1,0. Режимы измельчения по системам шлифовочного процесса следует устанавливать в пределах от 3 до 5 % в зависимости от крупности и качества поступающего продукта. При использовании на шлифовочных системах станков с валцами с микрошероховатой поверхностью извлечение следует увеличить от 7 до 10 %.

1.3.11.3 Размольный процесс

Он включает десять-одиннадцать размольных систем, из которых на всех системах, кроме двух последних, установлены станки с вальцами с микрошероховатой поверхностью. Построение размольного процесса должно соответствовать рекомендациям по организации и ведению технологического процесса на мукомольном заводе, оснащённом комплектным оборудованием.

1.3.11.4 Формирование и контроль муки

Макаронная крупка формируется из потоков обогащённых крупок и дунстов I...III др. с. и шл. с. Проходы первых двух сит ситовеечных машин, обогащающих среднюю крупку, можно направлять в готовую продукцию без дополнительного контроля. Остальные потоки макаронной крупки следует направлять в контрольную ситовеечную машину. Крупность макаронной муки можно регулировать, устанавливая различные сита в отсевах, изменяя положение перекидных клапанов в ситовеечных машинах или устанавливая перекидные клапаны в самотёчных трубах. При эффективной работе рабочих отсевов дополнительный контроль крупности макаронной муки в отсевах можно не применять.

Макаронная крупка по крупности должна характеризоваться остатком на сите № 150 (не более 3 %) и проходом через сито № 43 (не более 5 %). Зольность крупки - не более 0,55 %, при этом содержание оболочечных частиц и чёрных вкраплений должно быть минимальным, не нарушающим однотонный цвет крупки.

При транспортировании на выбой и отгрузку крупка не должна подвергаться интенсивному воздействию рабочих органов транспортного оборудования. Не рекомендуется применять для этого цепные конвейеры, длинные винтовые конвейеры и шнековые питатели в аэрозоль-транспортере. Для этого целесообразно использовать вибротрубы, аэрожелоба, шлюзовые питатели в аэрозольтранспорте. Хлебопекарную муку контролируют как обычно.

Всего по процессу могут быть получены следующие выходы в процентах продукции:

- макаронная крупка	от 20 до 25 %
- мука:	
а) высшего сорта (хлебопекарная)	от 10 до 25 %
б) первого сорта	от 30 до 35 %
в) второго сорта	от 5 до 10%
Всего общий выход	менее 75%

1.3.12 Помолы твёрдой и мягкой высокостекловидной пшеницы в макаронную муку

Муку для макаронной промышленности вырабатывают из твёрдой или мягкой высокостекловидной пшеницы со стекловидностью не менее 60 %. Твёрдая пшеница, поступающая на мукомольный завод, предназначенная для выработки макаронной муки, не должна содержать мягкой пшеницы более 15 %. Муку для макаронных изделий вырабатывают при трёхсортных и

двухсортных помолах из твёрдой и мягкой высокостекловидной пшеницы в следующем ассортименте: высший сорт - крупка, первый сорт - полукрупка.

При построении схемы помола зерна твёрдой пшеницы применяют пять-шесть драных систем. Предусматривают разделение по крупности продуктов измельчения на II, III, IV и V др.с. Сортирование продуктов измельчения осуществляют в три этапа с получением от 7 до 8 фракций крупок и дунстов, при этом крупную крупку целесообразно разделять по крупности на 2-3 фракции, а дунсты - на жёсткие и мягкие.

На мукомольных заводах небольшой производительности объединяют продукты I, II, III драных систем, направляемые с первого на второе и третье сортирование.

На третьем этапе сортирования (сортировка дунстов) допускается объединение продуктов близкого качества с драных и шлифовочных систем.

Применяют следующие кинематические и технологические параметры размалывающего оборудования: окружная скорость быстровращающихся валцов от 4,0 до 4,5 м/с; отношение окружных скоростей валцов - 2,5; профиль рифлей с углом острия на I др. с. - 35°, на остальных системах 30°, с углом спинки 60°; уклон рифлей от 4 до 10...12 %; количество рифлей на 1 см от 3,5 на I др. с. до 9,5 на VI др. с. с увеличением от системы к системе на одну рифлю на см, при этом для мелких систем количество рифлей на 1 см принимают на одну больше, чем для крупных.

Техническая характеристика валцовых станков драных систем приведена в таблице 1.10.

Таблица 1.10 – Техническая характеристика поверхности валцов драных систем при макаронном помоле

Наименование системы	Параметры рифлей				
	Плотность нарезки, число риф./см	Уклон, %	Углы заострения, α/β°	Размер площадки, мм	Взаимное расположение рифлей
I драная	3,5	4-6	35/60	0,30	ос/ос
II драная крупная	4,5	6-8	30/60	0,25	ос/ос
II драная мелкая	4,5	6-8	30/60	0,20	ос/ос
III драная крупная	5,0	6-8	30/60	0,20	ос/ос
III драная мелкая	6,0	8-10	30/60	0,15	ос/ос
IV драная крупная	6,0	8-10	30/60	0,15	ос/сп
IV драная мелкая	7,0	8-10	30/60	0,15	ос/сп
V драная крупная	8,0	10-12	30/60	0,15	ос/сп
V драная мелкая	9,0	10-12	30/60	0,10	сп/сп
VI драная	9,5	10-12	30/65	0,10	сп/сп

Примечание - Взаиморасположение рифлей при переработке мягкой пшеницы на I–IV драных системах - «остриё по спинке», на V–VI - «спинка по спинке». Меньшие уклоны рифлей используют при макаронном помоле мягкой пшеницы.

Таблица 1.11 – Рекомендуемые режимы измельчения на I–IV драных системах при макаронных помолах

Наименование системы	Номер контрольного сита (металлотканые и капроновые сита)	Извлечение в %	
		от массы продукта, поступающего на данную систему	от массы продукта, поступающего на I драную систему
I драная	1 (19)	7-10	7-10
II драная крупная	1 (19)	40-45	32-40
II драная мелкая	1 (19)	35-40	
III драная крупная	08 (24)	40-45	18-22
III драная мелкая	08 (24)	35-45	
IV драная крупная	056 (32)	30-35	9-12
IV драная мелкая	056 (32)	35-40	
Итого:	-	-	78-81

Режимы измельчения на I...IV драных системах приведены в таблице 1.11, ориентировочный выход круподунстовых продуктов и муки в драном процессе - в таблицах 1.12 и 1.13.

Таблица 1.12 – Ориентировочные выхода круподунстовых продуктов и муки в драном процессе при макаронном помоле твёрдой пшеницы, %

Наименование системы	Крупки			Дунсты	Мука	Общее извлечение
	крупная	средняя	мелкая			
I драная	4-6	1-2	0,5-1	0,5-1	0,5	9-10
II драная	20-25	8-10	2-4	1,5-2	1,0-1,5	37-40
III драная	8-10	6-8	2-4	1,5-2	1,5-2	20-23
IV драная	2-4	3-5	1-3	1,5-2	1,0-1,5	10-12
Итого с I-IV драных систем	40-45	20-22	7-9	6-8	5-7	80-82
V драная	-	-	1-3	1-2	1-1,5	4-6
VI драная	-	-	-	0,5-1	0,5-1	2-3
Всего с I-VI драных систем	40-45	20-22	10-12	8-10	7-9	86-88

Таблица 1.13 – Ориентировочные выхода круподунстовых продуктов и муки в драном процессе при макаронном помоле мягкой пшеницы, %

Наименование системы	Крупки			Дунсты	Мука	Общее извлечение
	крупная	средняя	мелкая			
I драная	4-6	3-5	1-2	2-3	2	13-15
II драная	10-12	12-14	3-5	3-5	4-6	37-40
III драная	3-5	6-8	2-4	3-5	3-5	20-23
Итого с I–III драных систем	19-21	23-25	7-9	9-11	10-12	70-78
IV драная	-	-	1-3	2-4	2-3	7-9
V драная	-	-	-	1,5-3	1-2	3-4
VI драная	-	-	-	1-2	1-1.5	2-3
Всего с I–VI драных систем	19-21	23-25	9-11	15-17	16-18	82-94

Шлифовочный процесс. Назначение шлифовочного процесса при макаронных помолах состоит в освобождении крупок от сростков эндосперма с оболочками и доведения крупок до размеров частиц макаронной муки.

Обработку крупок в шлифовочном процессе осуществляют на семи-восьми системах.

В зависимости от качества обрабатываемых продуктов в шлифовочном процессе выделяют три этапа:

- процесс включает одну-три шлифовочные системы и предназначен для обработки крупок первого качества, получаемых с I по IV драных систем после их обогащения в ситовечных машинах;

- включает четыре-пять (шесть) шлифовочных систем и предназначен для обработки продуктов первого и второго качества, поступающих с первого этапа шлифовочного процесса;

- включает шесть-восемь шлифовочных систем и предназначен для обработки продуктов второго качества, получаемых с V по VI драных систем и поступающих со второго этапа шлифовочного процесса.

С целью повышения эффективности шлифования системы первого этапа, а на мукомольных заводах производительностью более 200 т/сут также второго и частично третьего этапов делят на крупные и мелкие.

Вальцы шлифовочных систем с нарезной поверхностью характеризуются следующими основными параметрами: скорость быстровращающегося вальца от 4,0 до 4,5 м/с; отношение окружных скоростей валцов от 2,0 до 2,5; количество рифлей на 1 см поверхности вальца на крупных системах от 8,0 до 9,0; на мелких – от 9,0 до 10,0; уклон рифлей 10 %; взаиморасположение рифлей «остриё по острию» (на системах 3-го этапа шлифования «остриё по спинке» или «спинка по спинке»); углы заострения рифлей от 30 до 60°.

Ситовеечный процесс. Особенностью макаронных помолов является развитый ситовеечный процесс. Обогащению в ситовеечных машинах подвергают все круподунстовые продукты, получаемые в драном и шлифовочном процессах.

Ориентировочное распределение ситовеечных машин по процессам помола приведено в таблице 1.14.

Таблица 1.14 – Ориентировочное распределение ситовеечных машин по процессам макаронного помола, %

Драной процесс				Шлифовочный процесс					Контроль	Всего
I-IV	V-VI	Сортировки	Итого	1-3	4-5	6-8	Сортировки	Итого		
26-28	4-6	16-18	48-50	18-20	8-10	4-6	10-12	42-44	6-8	100

Размольный процесс. При макаронном помоле твёрдой пшеницы размольный процесс включает одну-две системы, мягкой стекловидной - три-четыре системы. В размольном процессе получают, соответственно, от 2 до 5 % муки второго сорта.

На размольных системах применяют вальцы с нарезной или микрошероховатой поверхностью. С целью улучшения качества муки рекомендуется использовать вальцы с микрошероховатой поверхностью в комплексе с деташерами.

Зерно твёрдой пшеницы имеет крупнозернистую структуру эндосперма и значительную прочность. При его измельчении получают много промежуточных продуктов в виде крупок и дунстов и немного муки. Промежуточные продукты имеют повышенную зольность. Мука из твёрдой пшеницы легко просеивается через сита. Твёрдая пшеница вымалывается легче, чем мягкая, это объясняется менее прочным соединением оболочек с эндоспермом. Твёрдая пшеница даёт более высокий выход муки на драных системах, а отруби содержат меньше мучнистых частиц.

В технологических схемах, как правило, не применяют бичевые машины, учитывая хорошую вымалываемость твёрдой пшеницы. Рекомендуется следующий порядок формирования сортов: высший (крупка) - из крупок первого качества с драных и шлифовочных систем, с контролем муки, из мягкой высокостекловидной пшеницы - в отсевах; первый (полукрупка) - из дунстов первого качества с драных и шлифовочных систем с контролем в отсевах и ситовеечных машинах; второй (мука хлебопекарная) - отбирают в виде тонкой муки со всех систем и контролируют в отсевах.

При переработке твёрдой пшеницы для отбора муки с отдельных систем по сортам применяют полиамидные сита: для крупки от 12,5 до 13,3; для полукрупки от 17,5 до 22,7; для муки второго сорта от 33/36 до 54/62. Макаaronная мука из мягкой высокостекловидной пшеницы отличается чисто-белым или слегка кремоватым цветом, относительно высоким содержанием белка от 14 до 16 % и выходом сырой клейковины от 30 до 32 %, достаточно эластичной, светлой и растяжимой.

1.4 Проектирование технологической схемы с помощью созданной программы

1.4.1 Задание первоначальных параметров технологической схемы

При запуске программы на экране появляется окно главной формы на рисунке 1.24.

Рисунок 1.24 – Диалоговое окно главной формы

Далее рассмотрим весь процесс проектирования технологической схемы в программе по шагам.

1) Задание количества дранных, вымольных, сортировочных, ситовеечных, шлифовочных и размольных систем на рисунке 1.25.



Рисунок 1.25 – Задание количества систем технологических процессов размола зерна (фрагмент окна)

2) Определение систем драного, шлифовочного и размольного процессов, делимых на крупную и мелкую путем нажатия левой кнопки мыши в области соответствующей надписи в сформированных списках систем, в результате чего рядом с системой появляется галочка на рисунке 1.26.

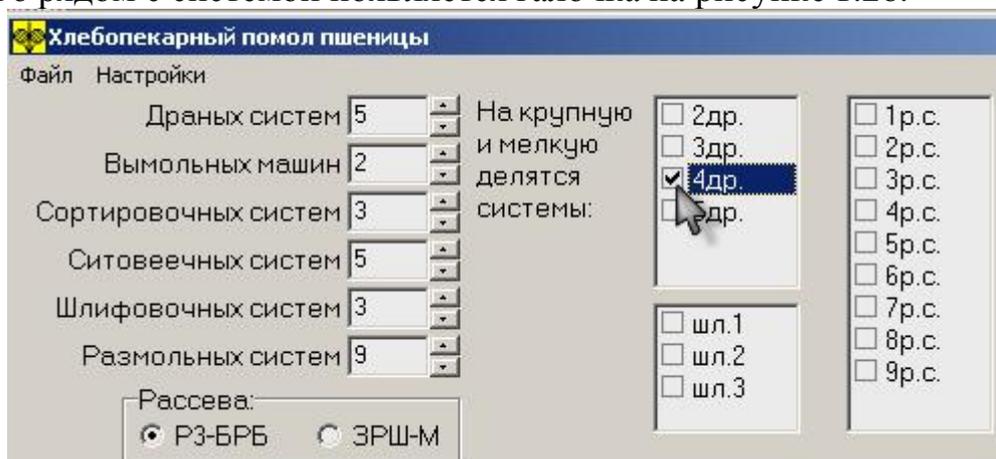


Рисунок 1.26 – Определение систем, делимых на крупную и мелкую (фрагмент окна)

3) Определение сходовых размольных систем путем выбора из каждой их сформированных ниспадающих списков на рисунке 1.27.



Рисунок 1.27 – Определение сходовых размольных систем (фрагмент окна)

4) Определение продукции, получаемой на мельнице, процесса контроля муки путем перевода соответствующих переключателей во включенное

состояние, отмеченное галочкой на рисунке 1.28.

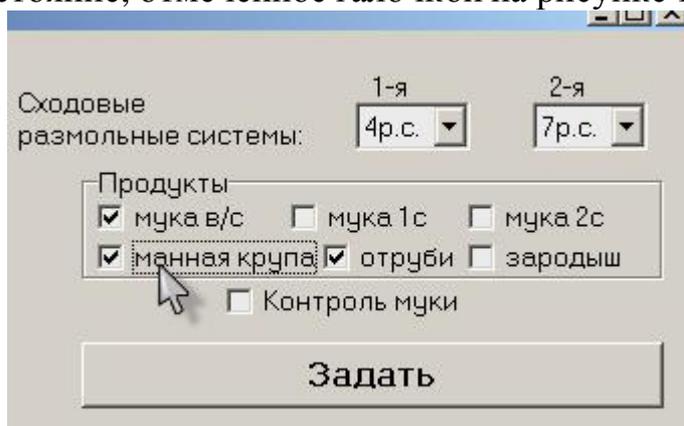


Рисунок 1.28 – Определение наименования продукции (фрагмент окна)

5) Определение типа рассевов, используемых в размольном отделении, путем нажатия соответствующей кнопки выбора на рисунке 1.29.

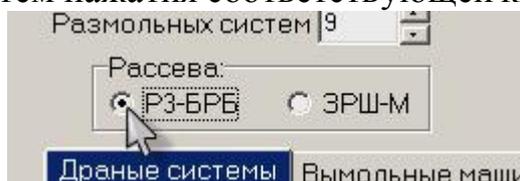


Рисунок 1.29 – Определение типа рассевов (фрагмент окна)

б) Нажатие кнопки «Задать».

По нажатию кнопки «Задать» программа формирует списки систем, создает для каждой системы переменные соответствующего типа и подготавливает диалоговое окно для ввода данных, необходимых для дальнейшей работы.

1.4.2 Определение параметров систем

Рассмотрим шаг за шагом процесс задания параметров систем всех технологических процессов размола зерна, необходимых для расчета баланса помола.

1) Определение параметров драных систем.

При задании параметров драных систем пользователь располагает тремя областями окна программы для ввода значений: драная система с применением четырехвальцового станка, драная система с применением восьмивальцового станка и область с возможностью выбора всех параметров вручную. Переключение между ними производится кнопками выбора. Задание параметров драных систем на примере I драной системы представлен на рисунке 1.30.

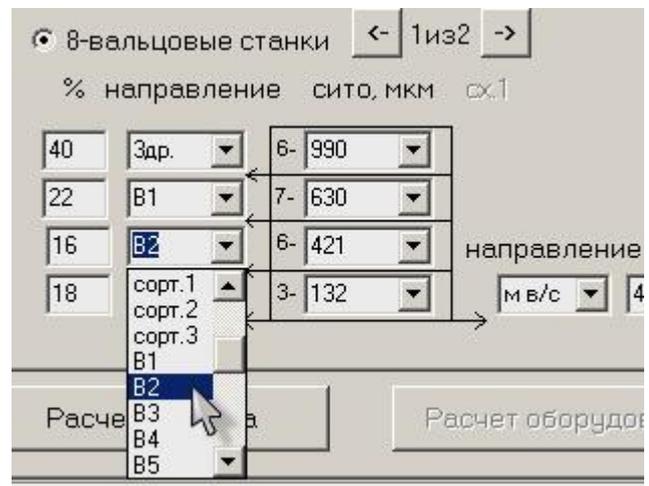


Рисунок 1.30 – Задание параметров I драной системы (фрагмент окна)

При определении параметров драных систем необходимо задать значения размера отверстий всех групп сит в рассеве и направление продуктов, уходящих с системы, путем выбора из ниспадающего списка на рисунках 1.31 и 1.32.



Рисунок 1.31 – Выбор сита



1.32 – Выбор направления

Задание количества продукта по каждому направлению можно производить в процентах от продукта, поступившего на данную систему, либо на I драную систему. Это необходимо указать перед нажатием кнопки «Принять» в соответствии с рисунком 1.33.

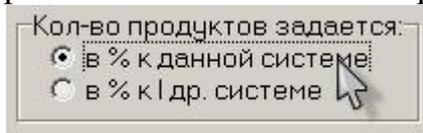


Рисунок 1.33 – Способ задания количества продуктов (фрагмент окна)

После нажатия кнопки «Принять» программа проверяет правильность ввода параметров. При обнаружении ошибок на экране появляется окно сообщения с указанием ошибки, и алгоритм задания данной системы не производится.

Могут быть обнаружены следующие ошибки при задании систем:

а) одно из направлений не содержится в списке заданных систем, пользователь получает сообщение следующего вида на рисунке 1.34:

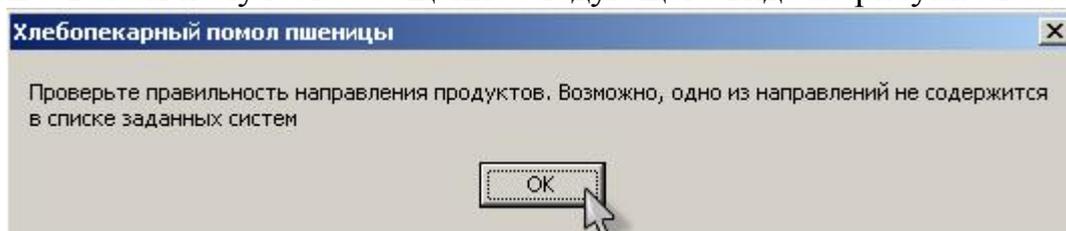


Рисунок 1.34 – Окно сообщения с указанием неверного направления продукта

б) суммарное количество уходящих продуктов не равно количеству продукта, поступившего на данную систему, пользователь получает сообщение следующего вида на рисунке 1.35:

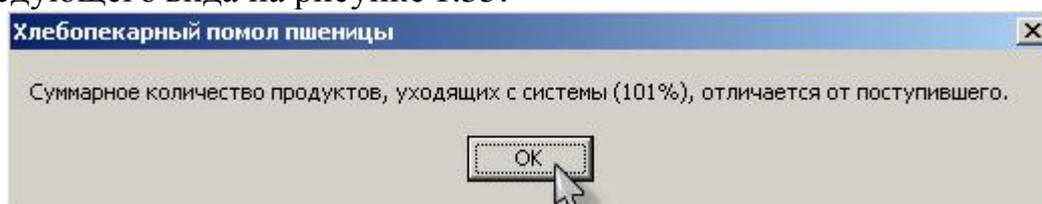


Рисунок 1.35 – Окно сообщения с указанием ошибки

При направлении продуктов на ситовые системы пользователю необходимо определить вид продукта, направляемого для обогащения в ситовой машине, по классификации продуктов размола зерна на рисунке 1.36.

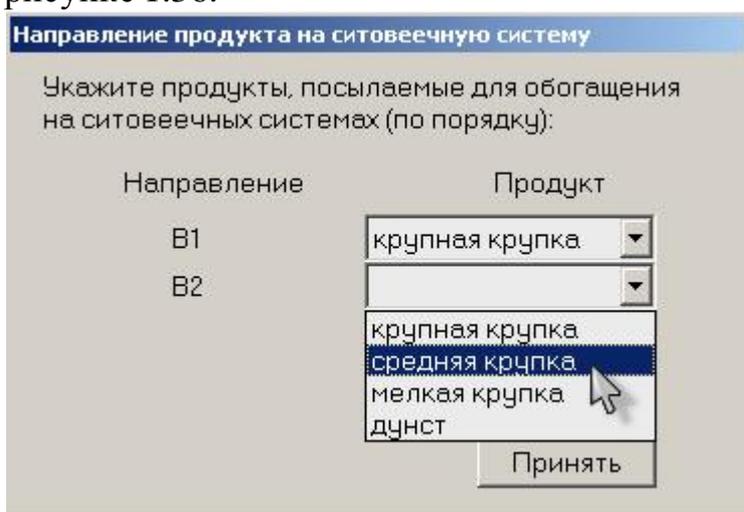


Рисунок 1.36 – Определение продукта, посылаемого на ситовую систему

После корректного задания всех необходимых параметров и нажатия

кнопки «Принять» происходит изменение статуса готовности системы на рисунке 1.37.

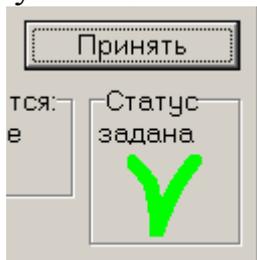


Рисунок 1.37 – Статус готовности системы после положительного принятия (фрагмент окна)

По вышеизложенному алгоритму необходимо задать параметры всех драных систем. Переход от одной системы к другой производится либо нажатием кнопок «<<- Предыдущая система», «Следующая система ->>», либо выбора текущей системы из списка в соответствии с рисунком 1.38.

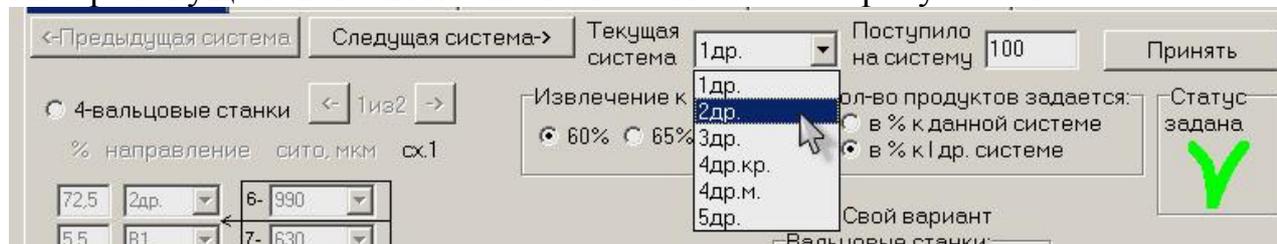


Рисунок 1.38 – Переключение между системами (фрагмент окна)

Если на предыдущей системе принят восьмивальцовый станок, то в задании параметров данной системы нет необходимости и появляется окно сообщения на рисунке 1.39, и программа переключается на систему, следующую за данной.

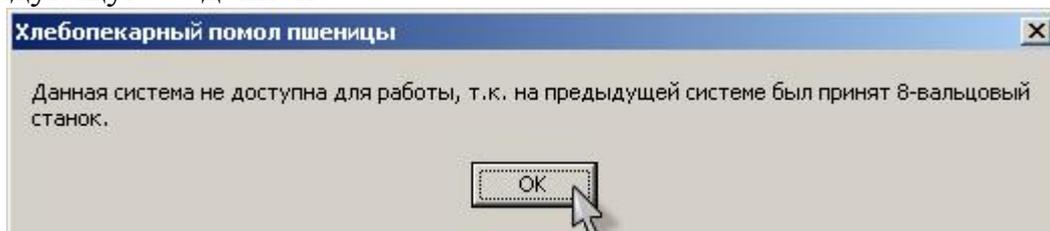


Рисунок 1.39 – Окно сообщения

2) Определение параметров вымольных машин.

При определении параметров вымольных машин пользователю необходимо задать размер отверстий ситового цилиндра вымольной машины, направление схода и прохода, а также количество уходящих с системы продуктов. Способ задания данных параметров одинаков на всех системах. Задание параметров вымольных машин на примере первой вымольной системы представлено на рисунке 1.40.

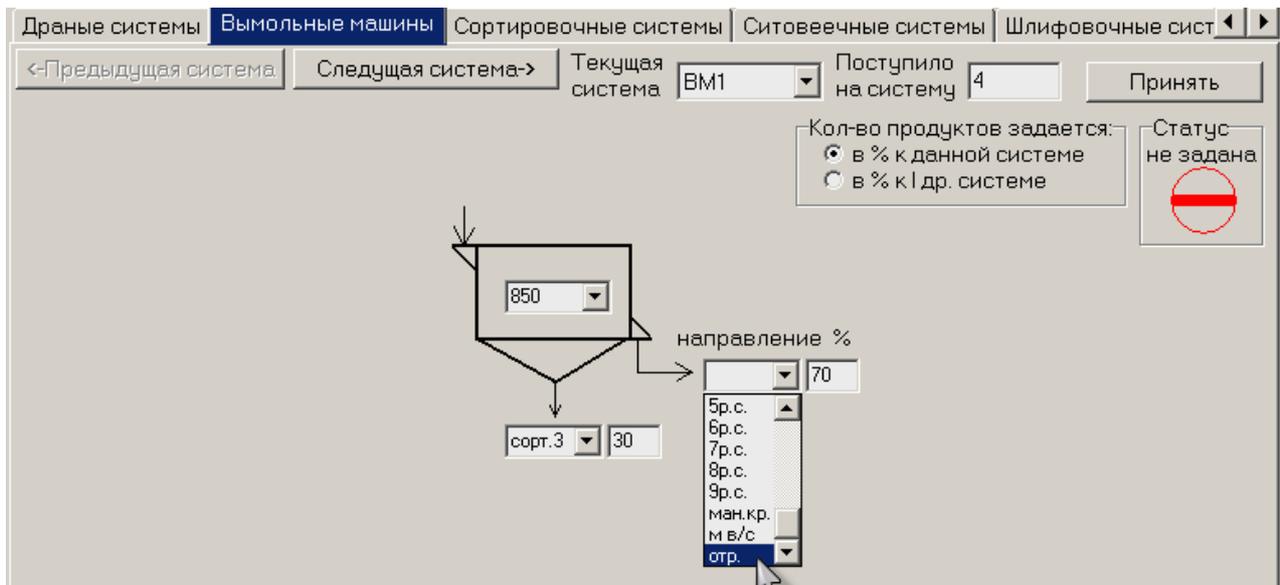


Рисунок 1.40 – Задание параметров вымольных машин (фрагмент окна)

При определении параметров вымольных машин возникают типичные ошибки ввода данных, упомянутые при описании определения параметров драных систем. Так как ошибки и методы сообщения о них пользователю аналогичны при определении параметров систем всех технологических процессов размола зерна, то здесь и далее о них упоминаться не будет.

3) Определение параметров сортировочных систем

При определении параметров сортировочных систем пользователь может воспользоваться вариантом по умолчанию, либо выбрать свой, применив для разделения продуктов размола зерна любую схему рассева второго типа. Необходимо задать те же параметры, что и для драных систем. Задание параметров сортировочных систем на примере первой сортировочной системы представлено на рисунке 1.41.

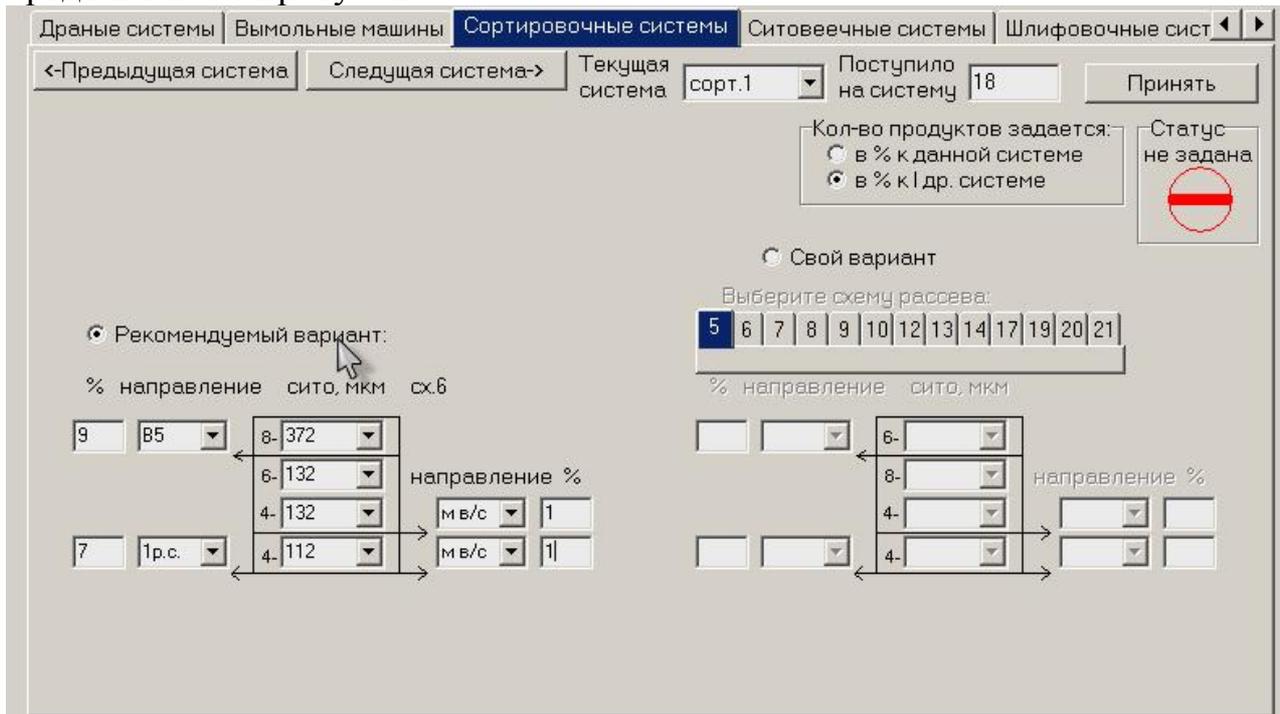


Рисунок 1.41 – Задание параметров сортировочных систем (фрагмент окна)

4) Определение параметров ситовеечных систем

При определении параметров ситовеечных систем пользователь может выбрать из предложенных вариантов, в зависимости от вида поступающего продукта, либо создать свой, определив направление всех потоков, на которые делится продукт в ситовеечной машине. Задание параметров ситовеечных систем на примере первой ситовеечной системы представлено на рисунке 1.42.

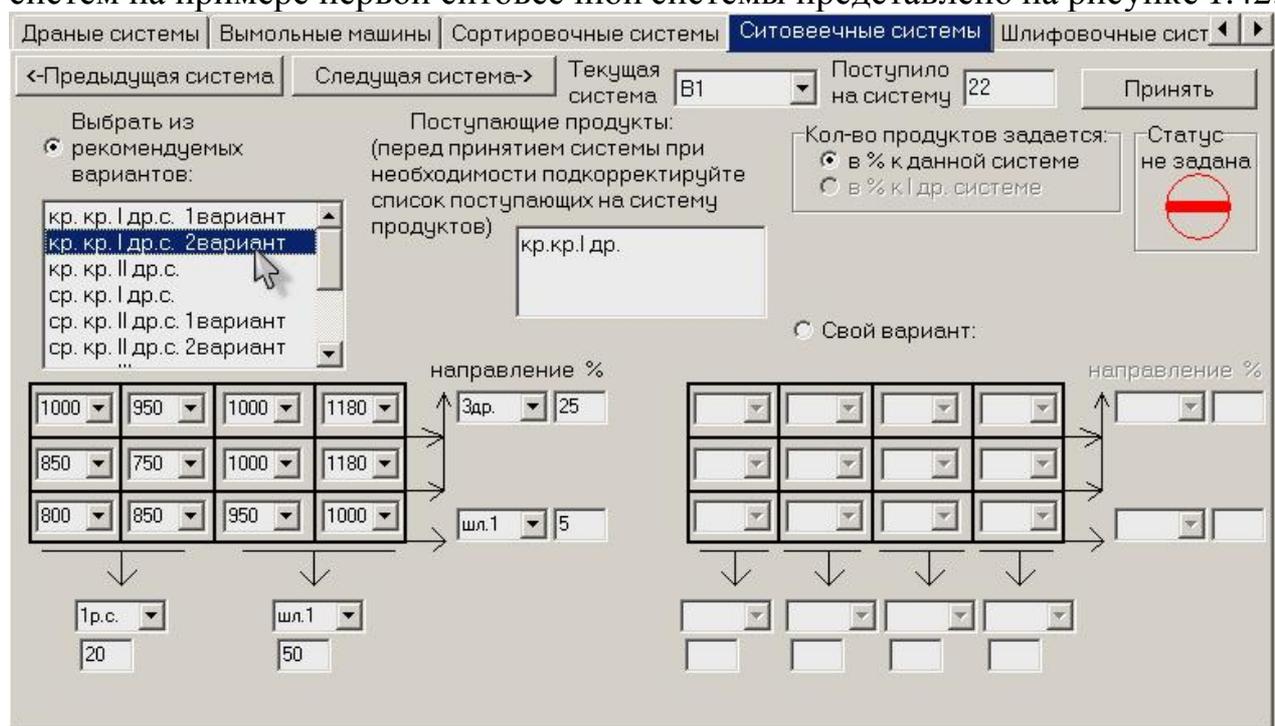


Рисунок 1.42 – Задание параметров ситовеечных систем (фрагмент окна)

5) Определение параметров шлифовочных систем

При определении параметров шлифовочных систем пользователь может воспользоваться вариантом по умолчанию, либо выбрать свой, применив для разделения продуктов размола зерна любую схему рассева второго типа. Необходимо задать те же параметры, что и для драных систем, и дополнительно выбрать машину для доизмельчения продукта после вальцового станка: деташер или энтолейтор. Выбор доизмельчителя на шлифовочной системе представлен на рисунке 1.43.

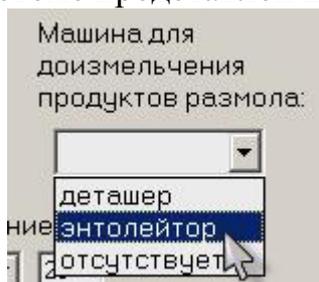


Рисунок 1.43 – Выбор доизмельчающей машины (фрагмент окна)

Задание параметров шлифовочных систем на примере первой

шлифовочной системы представлено на рисунке 1.44.

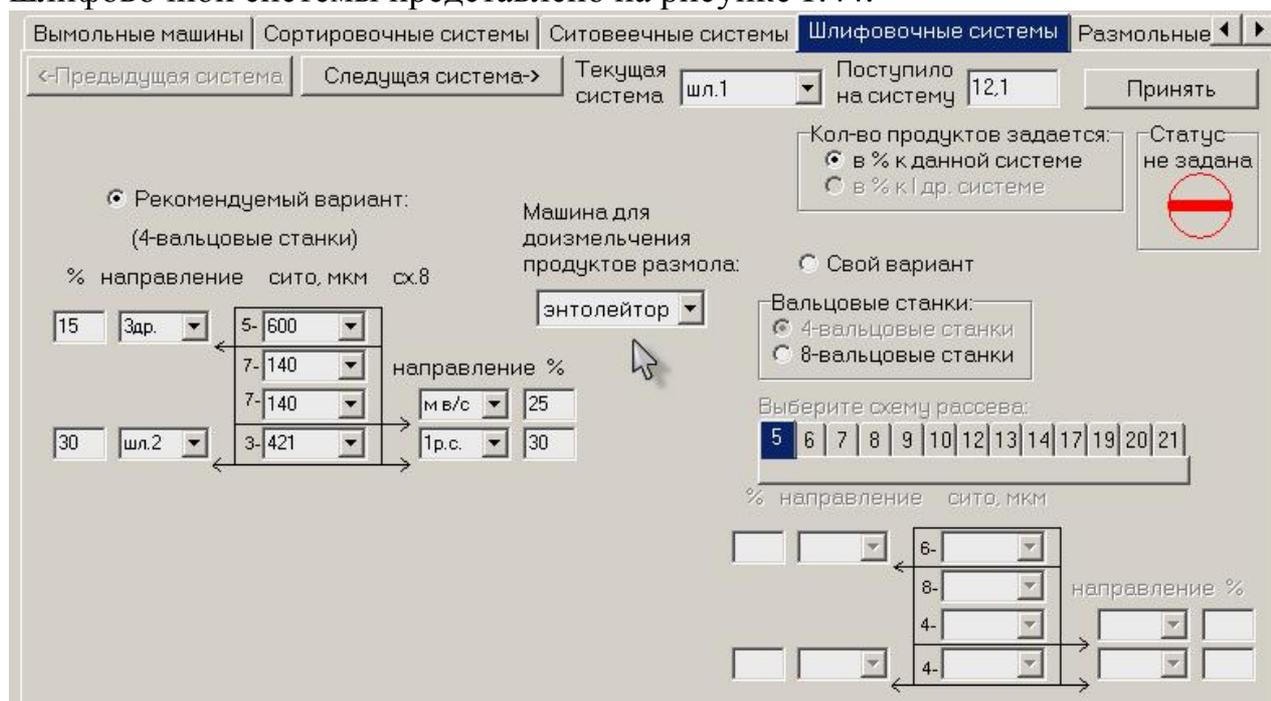


Рисунок 1.44 – Задание параметров шлифовочных систем (фрагмент окна)

При задании параметров шлифовочных и размольных систем пользователь может забыть определить доизмельчающую машину. В этом случае появится окно с сообщением об ошибке на рисунке 1.45.

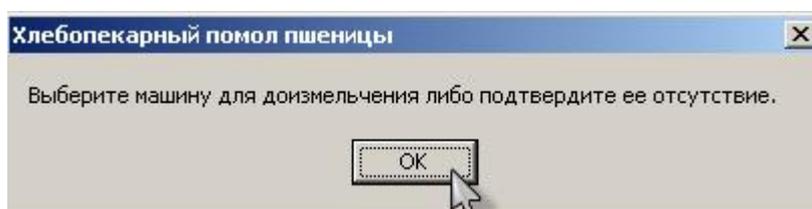


Рисунок 1.45 – Окно с сообщением об ошибке

б) Определение параметров размольных систем

При определении параметров размольных систем пользователь также может воспользоваться вариантом по умолчанию, либо выбрать свой, применив для разделения продуктов размола зерна любую схему рассева второго типа. Необходимо задать те же параметры, что и для шлифовочных систем. Рядом с модулей размольной системы пользователь может видеть извлечение муки, рекомендуемое на данной системе в соответствии с «Правилами организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах». Задание параметров размольных систем на примере первой размольной системы представлено на рисунке 1.46.

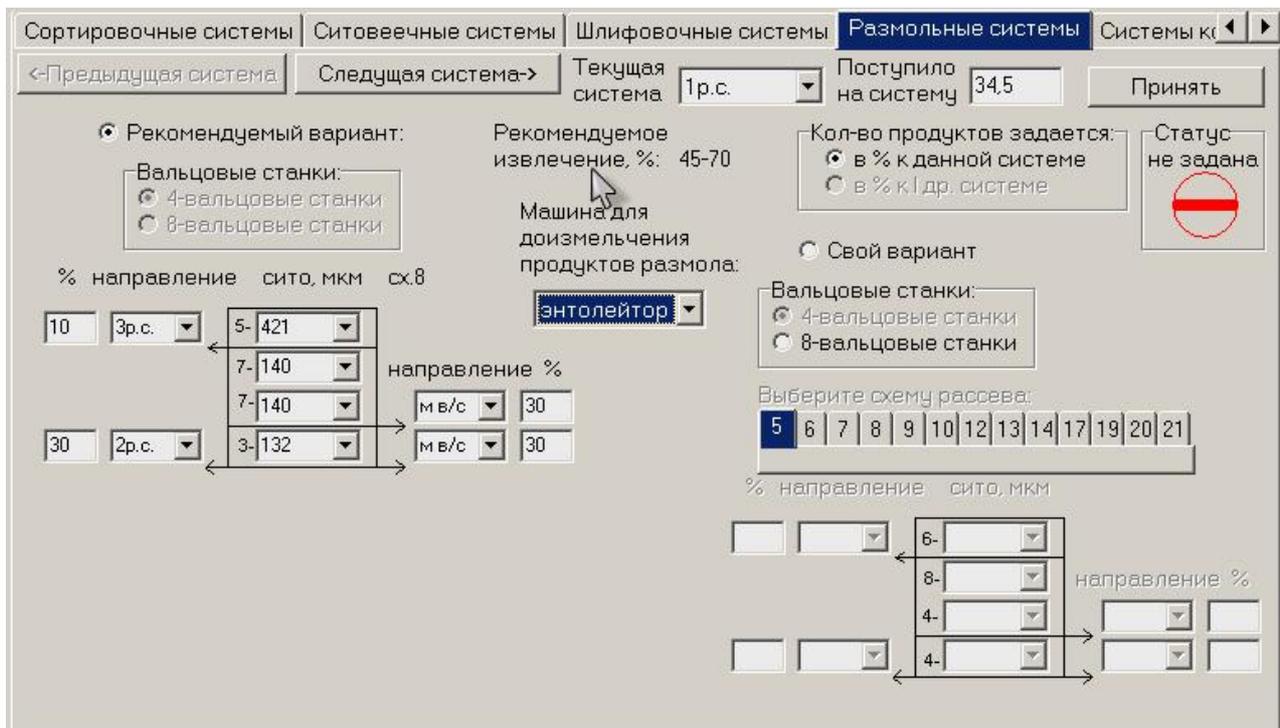


Рисунок 1.46 – Задание параметров размольных систем (фрагмент окна)

7) Определение параметров систем контроля муки

При наличии процесса контроля муки мука со всех систем, где производится ее отбор, направляется на соответствующие системы для контроля.

При выборе рекомендуемого варианта системы контроля муки сход с рассева автоматически направляется на размольную систему, на которой данный сорт муки был получен в последний раз. По умолчанию сход с контрольной системы принимается в размере двух процентов от поступившего на систему продукта. Также пользователь может задать свой вариант системы, выбрав одну из схем рассева третьего типа. Задание параметров систем контроля муки на примере системы контроля муки высшего сорта представлено на рисунке 1.47.

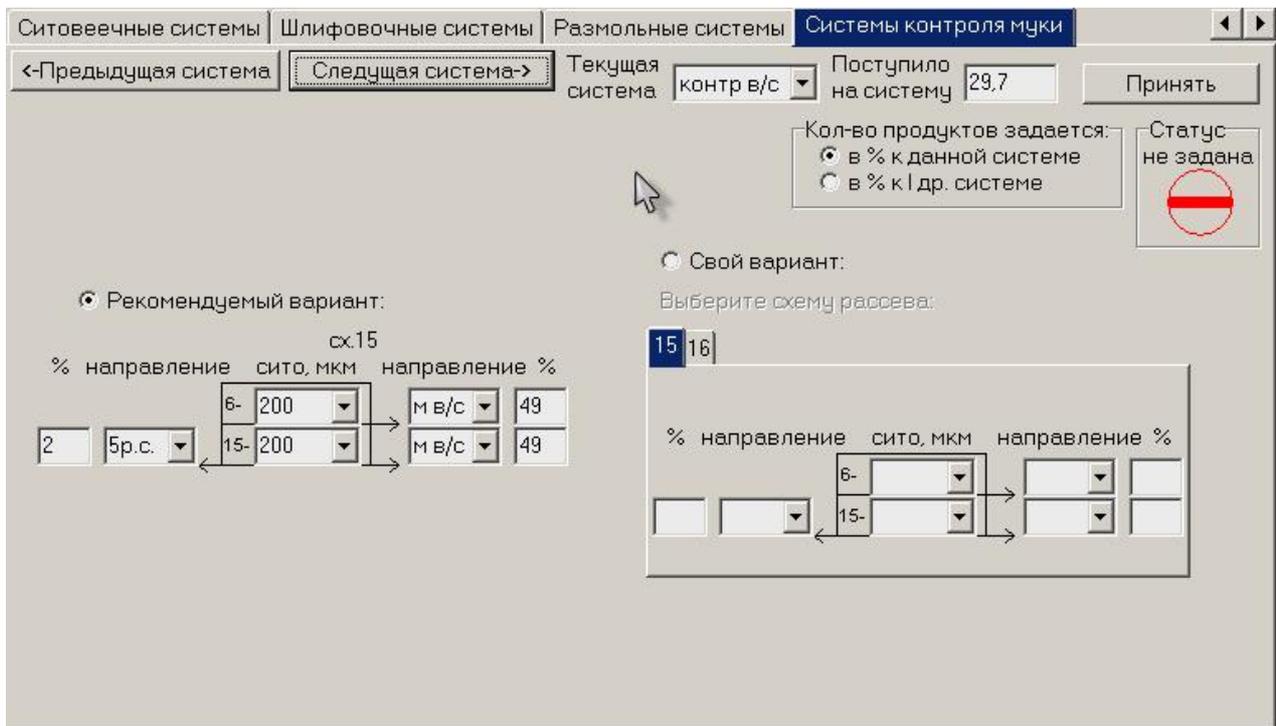


Рисунок 1.47 – Задание параметров систем контроля муки (фрагмент окна)

После задания параметров систем всех технологических процессов размола зерна этап проектирования технологической схемы заканчивается.

1.5 Составление баланса помола и расчет оборудования с помощью созданной программы

1.5.1 Составление баланса помола с помощью созданной программы

После задания параметров систем всех технологических процессов размола зерна для автоматического составления баланса помола пользователю требуется нажать кнопку «Расчет баланса», расположенную в левом нижнем углу диалогового окна программы на рисунке 1.48.

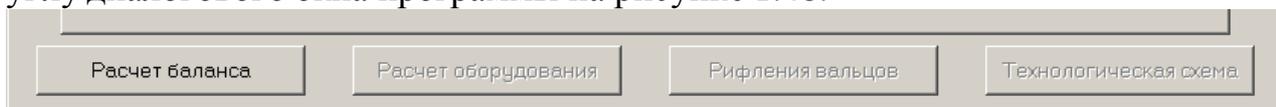


Рисунок 1.48 – Кнопка для расчета баланса (фрагмент окна)

После этого программа запускает MS Excel и, используя средства данного программного продукта по технологии OLE, формирует таблицу баланса внося формулы в нужные ячейки. После выполнения программой всех необходимых действий пользователь имеет в своем распоряжении книгу MS Excel, на первом листе с именем «Баланс» которой расположена таблица расчета баланса помола. Результаты расчета баланса представлены на рисунке 1.49.

AE21 fx =B21*0,7

	A	B	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	U	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF			
1	Наим. сист.	Поступл. %	III др.	IV др. х р.	IV др. м .	V др.	BM 1	BM 2	сорт. 1	сорт. 2	сорт. 3	B1	B2	B3	B4	B5	шл.1	шл.2 +шл. 3	1р.с. +2р. с.	3р. с.	4р.с .	5р. с.	6р.с .	7р. с.	8р. с.	9р. с.	ман кр.	м в/с	отр.			
2	I др.+II др.	100,0	40,0						18,0			16,0	22,0															4,0				
4	III др.	48,8		18,3	12,2					9,8				4,9															3,7			
5	IV др.хр.	18,3				3,7	8,5																3,7						2,4			
6	IV др.м.	14,3				1,4	10,0																1,4						1,4			
7	V др.	5,1																								1,3		1,3	2,5			
8	BM1	8,5									2,6																		6,0			
9	BM2	10,0									3,0																		7,0			
10	сорт.1	18,0												9,0					8,0										1,0			
11	сорт.2	9,8												3,7					4,9										1,2			
12	сорт.3	5,6																					2,0						0,9	2,6		
13	B1	16,0	3,2														12,8															
14	B2	22,0	3,3														15,4										3,3					
15	B3	4,9			1,5										2,4					1,0												
16	B4	9,0															3,2	4,5		1,3												
17	B5	3,7															1,3		1,8	0,5												
18	шл.1	15,2	2,3														4,6	4,6												3,8		
19	шл.2+шл.3	24,4															9,8													12,2		
21	1р.с.+2р.с	31,7																	6,3	3,2									22,2			
23	3р.с.	9,1																	0,9		2,3									5,9		
24	4р.с.	8,4			0,4																1,7	4,2							1,7	0,4		
25	5р.с.	11,0																					5,0	1,1						5,0		
26	6р.с.	9,2																					0,9	4,6						3,7		
27	7р.с.	2,0			0,2																				0,3	1,2				0,3		
28	8р.с.	6,2																								4,6	0,9		0,9	0,6		
29	9р.с.	5,8																												0,6	5,3	
30	Итого:																										3,3	72,2	24,6			

Действия Автотипографы Баланс Расчет вальцової линии Расчет просеивающей поверхности Расчет ситовечных машин Итого

Рисунок 1.49 – Результаты расчета баланса в программе (фрагмент окна)

После этого пользователь может сохранить результаты либо командой MS Excel, либо командой из программы на рисунке 1.50.

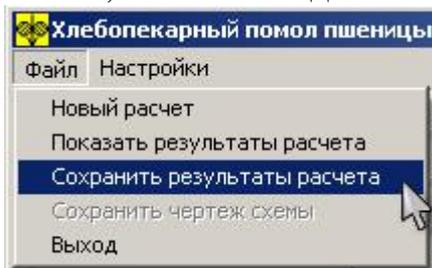


Рисунок 1.50 – Сохранение результатов расчета (фрагмент окна)

1.5.2 Расчет основного технологического оборудования с помощью созданной программы

После расчета баланса становится доступной для работы кнопка «Расчет оборудования», расположенная рядом с кнопкой «Расчет баланса».

Рассмотрим последовательность действий пользователя при выполнении операции расчета оборудования при помощи созданной программы по шагам.

1) Задание нагрузок на оборудование

Вызвать окно задания нагрузок на оборудование можно в меню «Настройки» на рисунке 1.51.

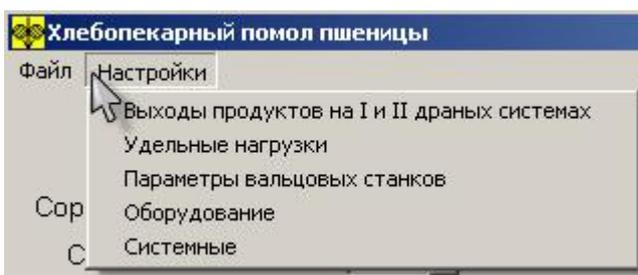


Рисунок 1.51 – Меню «Настройки» (фрагмент окна)

Если это не было сделано до нажатия кнопки «Расчет оборудования», то появляется окно сообщения на рисунке 1.52.

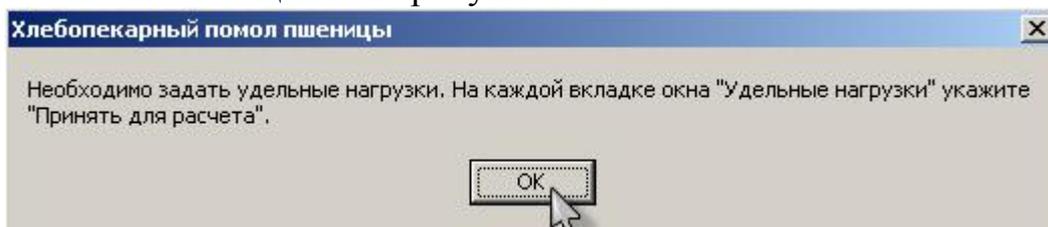


Рисунок 1.52 – Окно сообщения

Для задания нагрузок на оборудование, используемых в расчетах по умолчанию, создано диалоговое окно «Удельные нагрузки». На форме окна располагается элемент многостраничный блокнот с четырьмя страницами: «Вальцовый станок (4-вальцовый)», «Вальцовый станок (8-вальцовый)», «Рассев», «Ситовеечная машина». Страницы представлены на рисунках 1.53, 1.54, 1.55, 1.56.

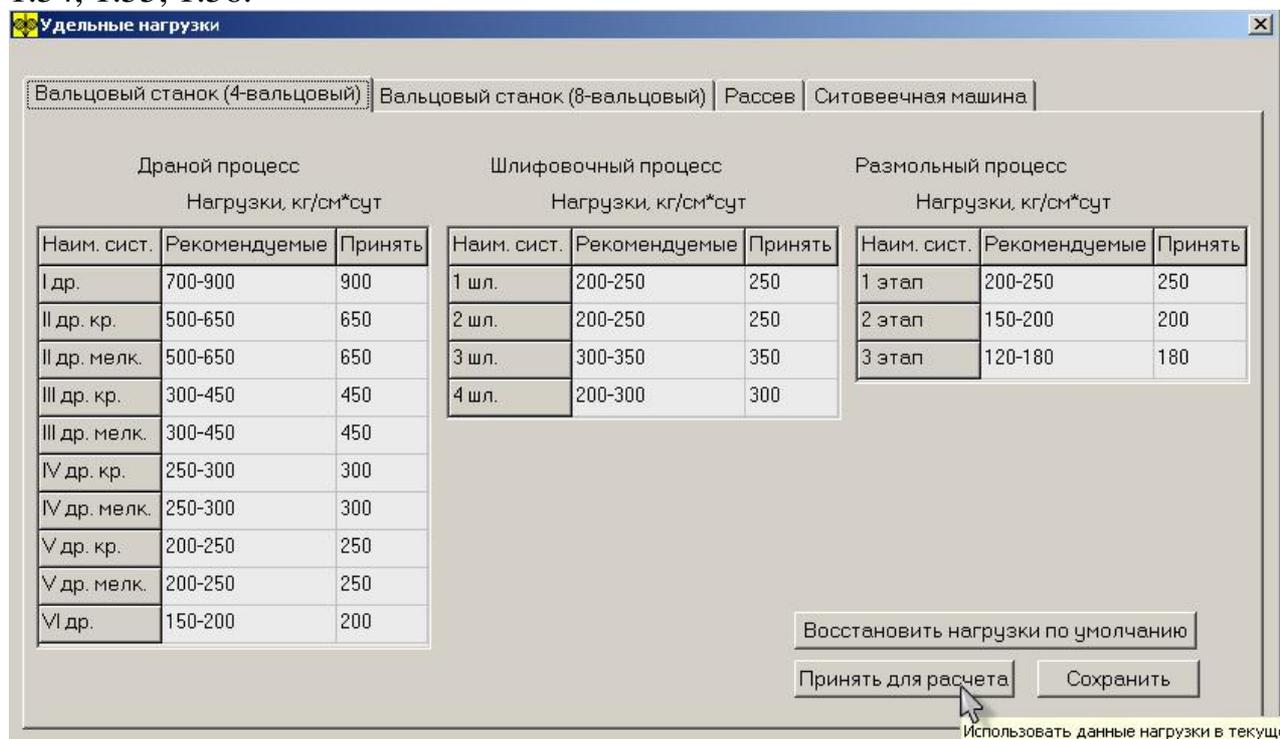


Рисунок 1.53 – Задание нагрузок на четырехвальцовый станок

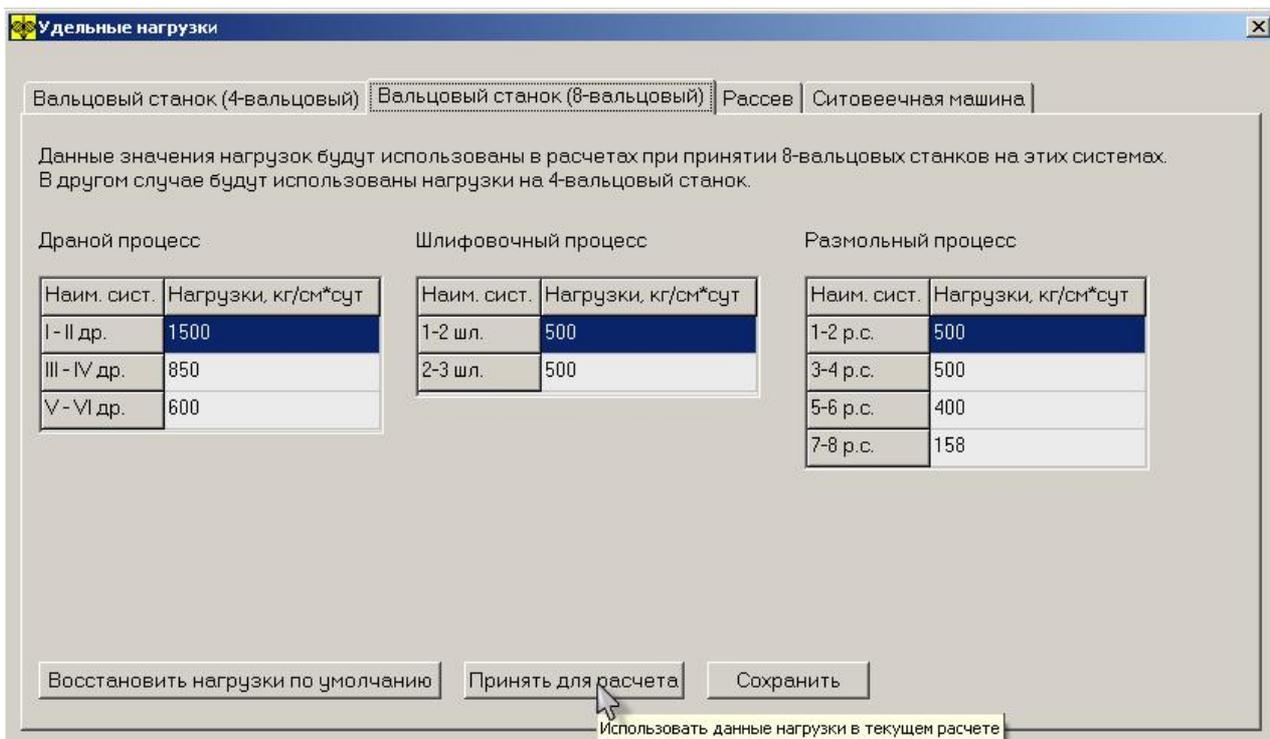


Рисунок 1.54 – Задание нагрузок на восьмивальцовый станок

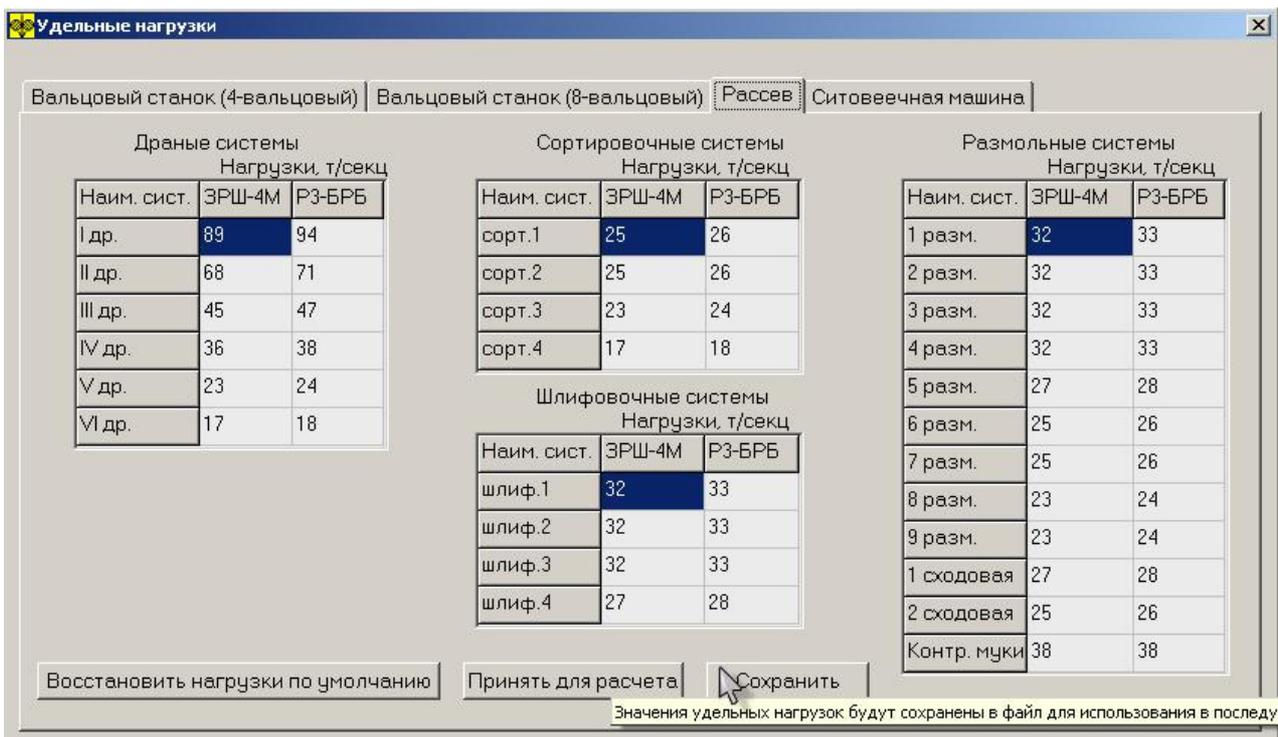


Рисунок 1.55 – Задание нагрузок на рассев

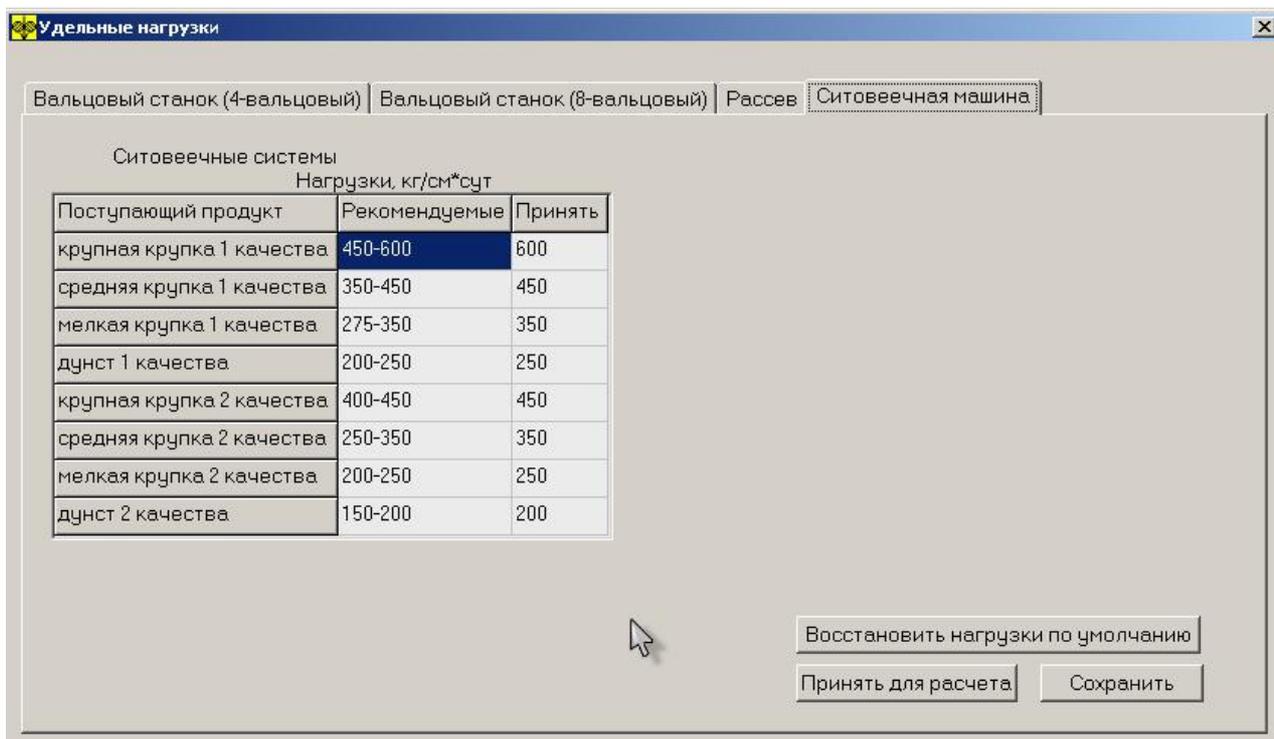


Рисунок 1.56 – Задание нагрузок на ситовеечную машину

Для задания нагрузок необходимо на каждой странице нажать кнопку «Принять для расчета». Без получения данного подтверждения программа не сможет продолжить работу по расчету оборудования.

2) Задание параметров оборудования

Для задания параметров оборудования создано диалоговое окно «Оборудование». Его также можно вызвать в меню «Настройки» на рисунке 1.40. Если это не было сделано до нажатия кнопки «Расчет оборудования», то появляется окно сообщения на рисунке 1.57.

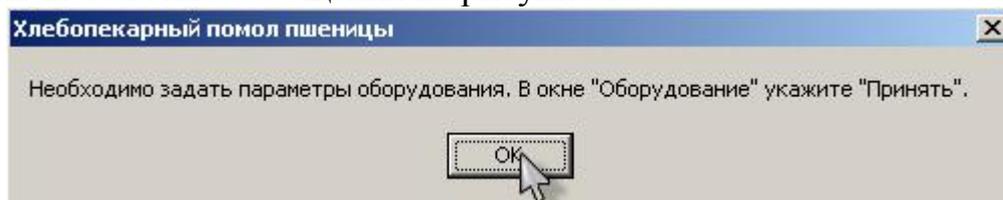


Рисунок 1.57 – Окно сообщения

Диалоговое окно «Оборудование» представлено на рисунке 1.58.

Оборудование

Дополнительные измельчители:

деташер - марка производительность, т/ч

энтолейтор - марка производительность, т/ч

вымольная машина для снижения нагрузки на рассев -
марка производительность, т/ч

вымольная машина на вымоле -
марка производительность, т/ч

Площадь 1 секции рассева (м2)
по умолчанию:

Магнитные сепараторы:
для промежуточных
продуктов размола -

для муки -

Количество секций в расसेве (шт.)
по умолчанию:

Длина вальцов (см)
по умолчанию:

Рисунок 1.58 – Окно «Оборудование»

В окне «Оборудование» уже существуют параметры, принимаемые по умолчанию, но пользователь может их изменить и принять для текущего расчета, либо сохранить и использовать во всех последующих расчетах.

3) Задание производительности мукомольного завода

После нажатия кнопки «Расчет оборудования» на экране появляется диалоговое окно «Расчет оборудования» на рисунке 1.59.

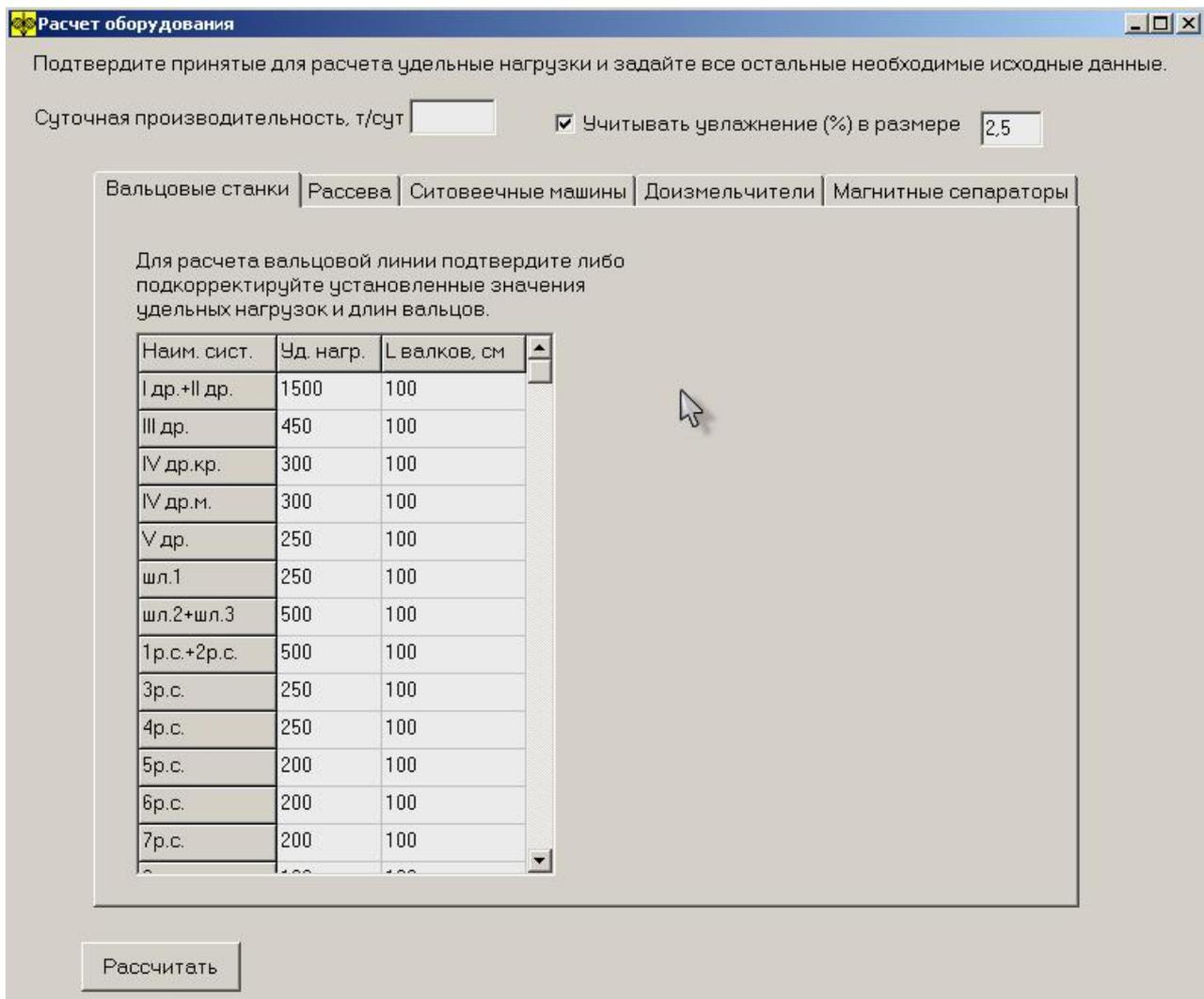


Рисунок 1.59 – Диалоговое окно «Расчет оборудования»

Требуется задать производительность мукомольного завода в т/сут, а также подтвердить либо отменить необходимость учитывать при расчетах увлажнение зерна после отволаживания в подготовительном отделении, и в каком размере.

4) Подтверждение параметров вальцовых станков

После задания производительности и увлажнения требуется подтвердить принятые нагрузки на оборудование. Для этих целей на окно помещен многостраничный блокнот, на каждой странице которого отображаются данные об одной группе оборудования.

На первой странице блокнота можно подкорректировать параметры вальцовых станков, принятые для расчета на рисунке 1.60.

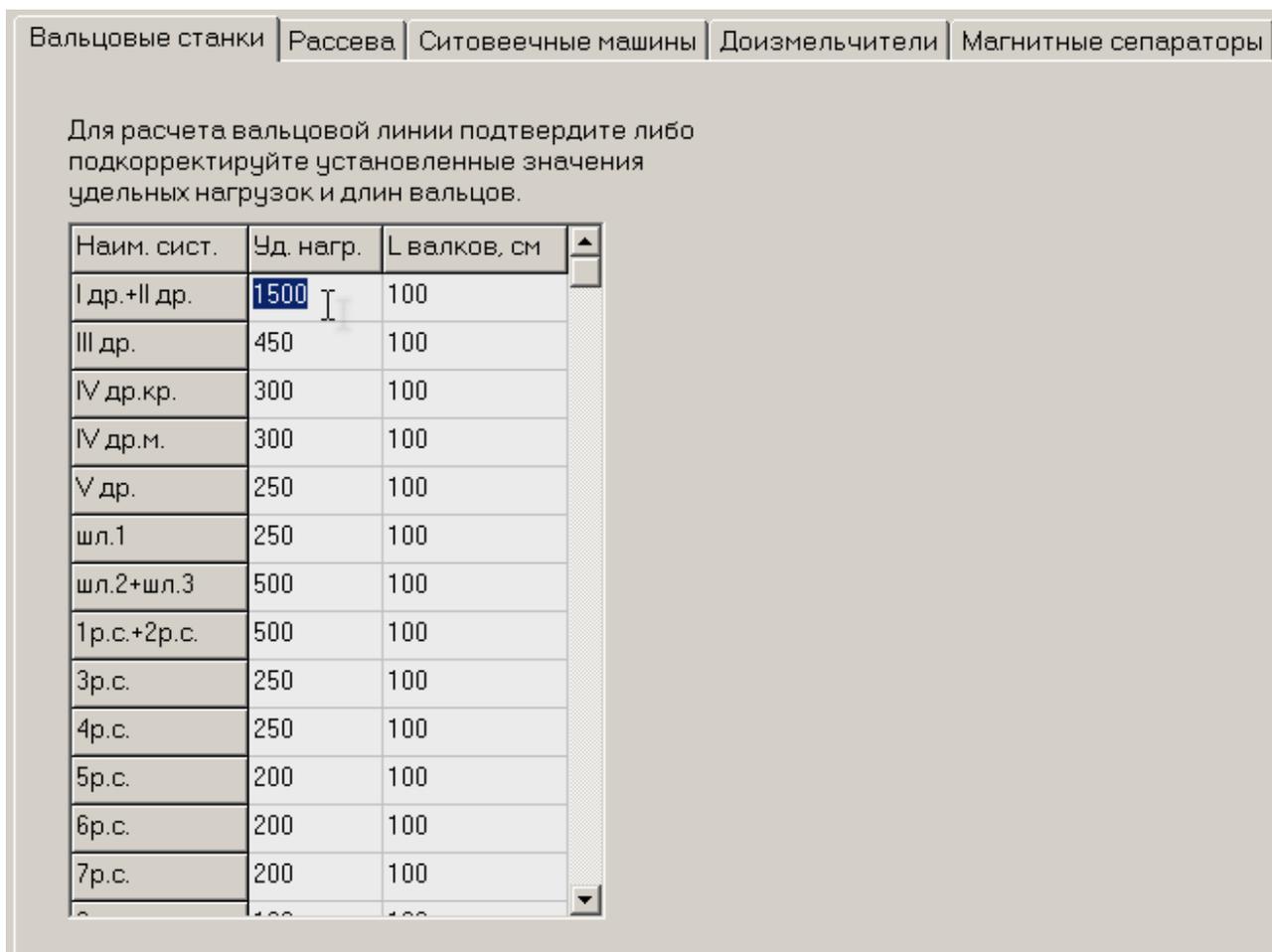


Рисунок 1.60 – Принятие параметров вальцовых станков (фрагмент окна)

Таким образом, для каждой системы, на которой используется вальцовый станок, есть возможность изменить принятые для расчета значения нагрузок и длины валцов.

4) Подтверждение параметров рассевов

На второй странице блокнота можно подкорректировать параметры рассевов, принятые для расчета на рисунке 1.61.

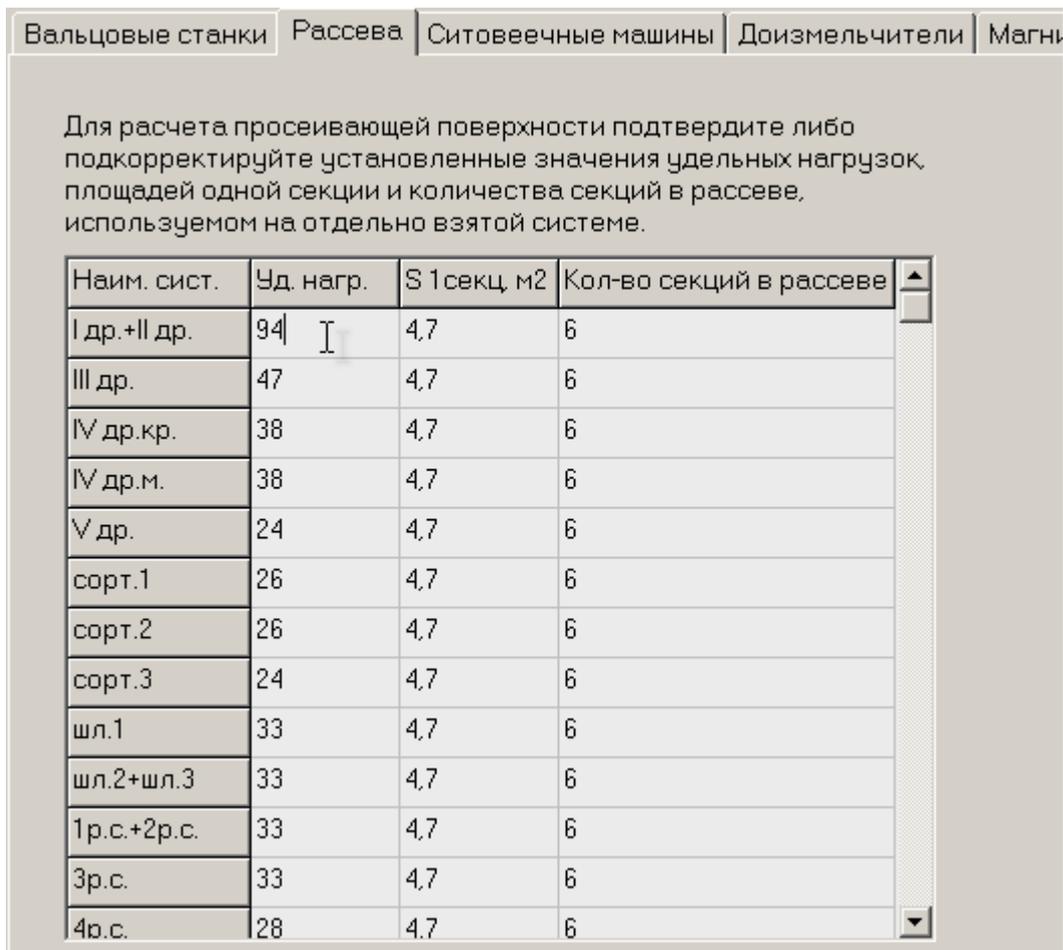


Рисунок 1.61 – Принятие параметров рассевов (фрагмент окна)

Таким образом, для каждой системы, на которой используется рассев, есть возможность изменить принятые для расчета значения нагрузок, площади поверхности одной секции рассева и количества секций в одном рассеве.

5) Задание параметров ситовеечных машин

Для каждой ситовеечной машины необходимо выбрать нагрузку из списка рекомендуемых значений в соответствии с видом поступающего продукта, либо предложить свой вариант. Также нужно задать ширину приемного сита машины и количество изолированно работающих секций в машине на рисунке 1.62.

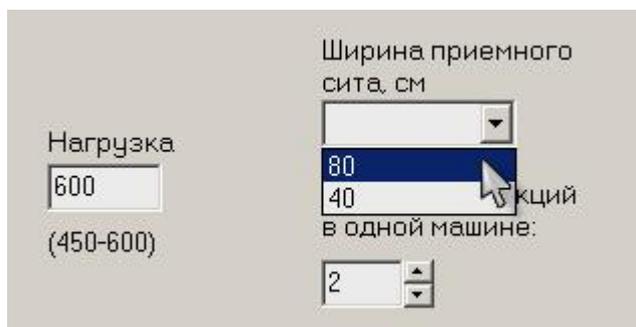


Рисунок 1.62 – Задание ширины сита и количества секций ситовеечной машины (фрагмент окна)

Страница для задания параметров ситовечных машин представлена на рисунке 1.63.

Вальцовые станки | Рассева | Ситовечные машины | Доизмельчители | Магнитные сепараторы

Для расчета ситовечных машин выберите значение удельной нагрузки на приемное сито из списка в соответствии с поступающим продуктом, а также ширину приемного сита машины, используемой на каждой отдельно взятой системе.

< B1 >

Поступающие продукты: кр.кр.1 др.

Рекомендуемые варианты:

- крупная крупка 1 качества
- средняя крупка 1 качества
- мелкая крупка 1 качества
- дунст 1 качества
- крупная крупка 2 качества
- средняя крупка 2 качества
- мелкая крупка 2 качества
- дунст 2 качества

Нагрузка: 600 (450-600)

Ширина приемного сита, см: []

Количество секций в одной машине: 1

Рисунок 1.63 – Задание параметров ситовечных машин (фрагмент окна)

После задания всех параметров требуется нажать кнопку «<—>», чтобы перейти к следующей системе. После того, как будут заданы все системы, появится надпись «Все системы заданы» на рисунке 1.64.

Вальцовые станки | Рассева | Ситовечные машины | Доизмельчители | Магнитные сепараторы

Для расчета ситовечных машин выберите значение удельной нагрузки на приемное сито из списка в соответствии с поступающим продуктом, а также ширину приемного сита машины, используемой на каждой отдельно взятой системе.

< B5 > все системы заданы

Рисунок 1.64 – Окончание задания параметров ситовечных машин (фрагмент окна)

б) Задание параметров доизмельчающих машин

На странице «Доизмельчители» требуется подтвердить марки и производительность деташеров и энтолейторов, а также выбрать тип вымольной машины на каждой вымольной системе на рисунке 1.65.

Вальцовые станки | Рассева | Ситовые машины | Доизмельчители | Магнитные сепараторы

деташер -

марка производительность, т/ч

энтолейтор -

марка производительность, т/ч

Вымольные машины:

система

марка машины:



Рисунок 1.65 – Задание параметров доизмельчающих машин (фрагмент окна)

7) Выбор магнитных сепараторов

Для каждой драной, вымольной, шлифовочной и размольной системы необходимо подтвердить выбор магнитного сепаратора, произведенный автоматически. Для этого на странице «Магнитные сепараторы» в таблице перечислены все системы и соответствующие им магнитные сепараторы, где пользователь может исправить марку принятого сепаратора на рисунке 1.66.

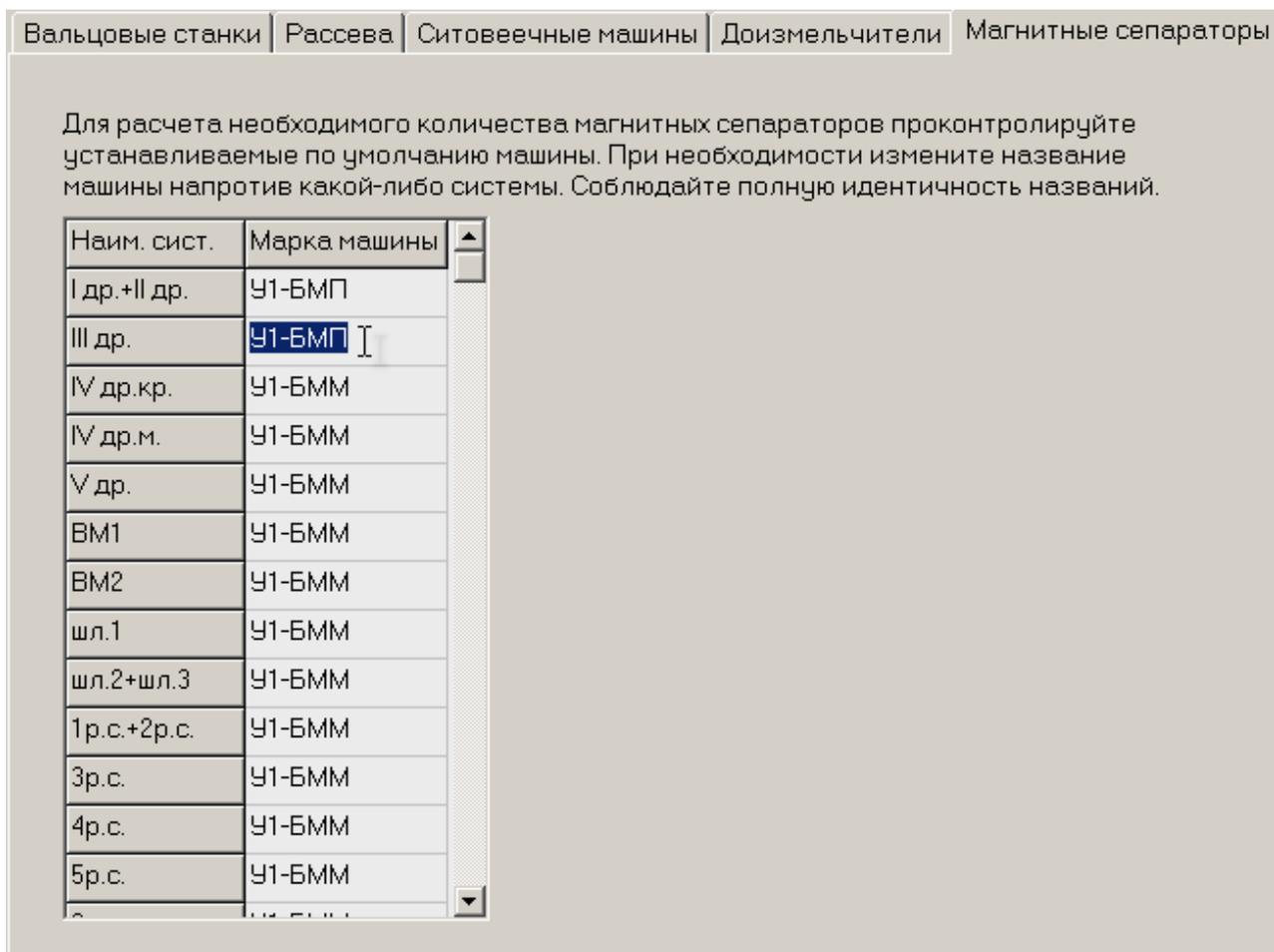


Рисунок 1.66 – Выбор магнитных сепараторов (фрагмент окна)

8) Итого, после определения и подтверждения всех параметров технологического оборудования, необходимых для расчета, требуется нажать кнопку «Расчитать», расположенную в левом нижнем углу диалогового окна.

После нажатия кнопки «Расчитать» в книге MS Excel на листах, следующих за листом «Баланс», формируются расчетные таблицы оборудования.

Лист «Расчет вальцовой линии» содержит расчетную таблицу вальцовых станков на рисунке 1.67.

1	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н	И	Ж
2	Наим. системы	Пост. на сист. %		Норм. нагрузка на 1см, кг/(см*сут)	Расч. длина вальц. линии, см	Факт. длина вальц. линии, см	Кол-во вальц. станков, шт.	Факт. нагрузка на 1см,		Фактическая нагрузка помола, кг/(см*сут)
3	I др. +II др.	100,00	250,00	1500	167	400	1,0	625		83,33333333
4	III др.	48,79	121,96	450	271	300	1,5	407		
5	IV др.кр.	18,29	45,74	300	152	200	1,0	229		
6	IV др.м.	14,28	35,71	400	89	100	0,5	357		
7	V др.	5,09	12,72	250	51	100	0,5	127		
8	шл.1	15,24	38,10	250	152	200	1,0	190		
9	шл.2+шл.3	24,40	61,01	500	122	400	1,0	153		
10	1р.с.+2р.с.	31,71	79,28	500	159	400	1,0	198		
11	3р.с.	9,15	22,87	250	91	100	0,5	229		
12	4р.с.	8,42	21,06	250	84	100	0,5	211		
13	5р.с.	11,05	27,61	200	138	200	1,0	138		
14	6р.с.	9,18	22,96	200	115	200	1,0	115		
15	7р.с.	2,02	5,06	200	25	100	0,5	51		
16	8р.с.	6,17	15,42	180	86	100	0,5	154		
17	9р.с.	5,84	14,60	180	81	100	0,5	146		
19	Итого:				1784	3000	12,0			

Рисунок 1.67 – Результаты расчета вальцовых станков (фрагмент окна)

Лист «Расчет просеивающей поверхности» содержит расчетную таблицу рассевов на рисунке 1.68.

1	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н	И	Ж
2	Наим. системы	Пост. на сист. %		Норм. нагрузка на 1секцию, т/секц.	Расч. кол-во секций, шт.	Факт. кол-во секций, шт.	Просеив. пов-ть, м2	Факт. нагрузка на 1секцию, т/секц.		Удельная нагрузка помола, кг/м2*сут
3	I др. +II др.	100,00	250,00	84	3,0	4	18,80	63		1773,049717
4	III др.	48,79	121,96	47	2,6	3	14,10	41		
5	IV др.кр.	18,29	45,74	38	1,2	2	9,40	23		
6	IV др.м.	14,28	35,71	45	0,8	1	4,70	36		
7	V др.	5,09	12,72	24	0,5	1	4,70	13		
8	сорт.1	18,00	45,00	30	1,5	2	9,40	22		
9	сорт.2	9,76	24,39	45	0,5	1	4,70	24		
10	сорт.3	5,56	13,90	36	0,4	1	4,70	14		
11	шл.1	15,24	38,10	33	1,2	2	9,40	19		
12	шл.2+шл.3	24,40	61,01	33	1,8	2	9,40	31		
13	1р.с.+2р.с.	31,71	79,28	33	2,4	4	18,80	20		
14	3р.с.	9,15	22,87	45	0,5	1	4,70	23		
15	4р.с.	8,42	21,06	45	0,5	1	4,70	21		
16	5р.с.	11,05	27,61	23	1,2	1	4,70	28		
17	6р.с.	9,18	22,96	27	0,9	1	4,70	23		
18	7р.с.	2,02	5,06	36	0,1	1	4,70	5		
19	8р.с.	6,17	15,42	30	0,5	1	4,70	15		
20	9р.с.	5,84	14,60	27	0,5	1	4,70	15		
22	Итого:				20,2	30	141,00			

Рисунок 1.68 – Результаты расчета рассевов (фрагмент окна)

Лист «Расчет просеивающей поверхности» содержит расчетную таблицу рассевов на рисунке 1.69.

1	Наим. сист.	Вид продукта	Кол-во прод., поступ. на сист., %	Норм. нагр., кг/(см*сут)	Расч. ширина сита, см	Факт. ширина сита, см	Кол-во ситов. машин, шт.	Факт. нагр. на 1см пр. сита, кг/(см*сут)	Удельная нагрузка помола, кг/см*сут
3	B1	кр.кр. I др.	16,00	600	66,7	80	1,0	501	694,444444
4	B2	ср.кр. I др.	22,00	450	122,2	160	2,0	344	
5	B3	ср.кр. III др.	4,88	450	27,1	40	0,5	305	
6	B4	м.кр. I+II др.с.	9,00	250	90,0	80	1,0	282	
7	B5	м.кр. III др.с.	3,66	250	36,6	40	0,5	229	
8	Итого:				306,0	360	5,0	625	

Рисунок 1.69 – Результаты расчета ситовеечных машин (фрагмент окна)

На пятом листе «Итого» формируется сводная таблица технологического оборудования размольного отделения по результатам предыдущих расчетов на рисунке 1.70.

1	Характеристика технологической схемы размольного отделения		
2	Параметры схемы	Ед. изм.	Значение параметра
3	Количество вальцовых станков	шт.	12
4	Общая длина вальцовой линии	см	3000
5	Длина вальцовой линии драных систем	см	1100
6	Длина вальцовой линии шлифовочных и размольных систем	см	1900
7	Отношение Lразм+шлиф / Lдран	см / см	1,73
8	Количество секций рассевов	шт.	30
9	Общая просеивающая поверхность	м2	141,00
10	Просеивающая поверхность драных систем	м2	70,50
11	Просеивающая поверхность шлифовочных и размольных систем	м2	70,50
12	Отношение Fразм+шлиф / Fдран	м2 / м2	1,00
13	Количество ситовеечных машин	шт.	5,0
14	Общая ширина приемного сита ситовеечных машин	см	360
15	Количество энтолейторов РЗ-БЭР	шт.	4
16	Количество деташеров А1-БДГ	шт.	6
17	Количество вымольных машин:		
18	- МБО-1	шт.	3
19	- МБО-3	шт.	0
20	Количество магнитных сепараторов:		
21	- У1-БМП	шт.	3
22	- У1-БММ	шт.	13
23	Удельные нагрузки:		
24	- на 1 см длины вальцовой линии	кг/см*сут	83,33
25	- на 1 м2 просеивающей поверхности	кг/м2*сут	1773,05
26	- на 1 см ширины приемного сита	кг/см*сут	694,44

Рисунок 1.70 – Итоговая таблица (фрагмент окна)

1.6 Построение чертежа технологической схемы с помощью созданной программы

В отличие от составления баланса помола и расчета основного технологического оборудования, построение чертежа технологической схемы

полностью автоматизировано. Иначе говоря, пользователь не совершает никаких действий по рисованию графических объектов в системе AutoCAD. Программа создает список команд, написанных на языке Visual LISP, встроенном в систему AutoCAD, при выполнении которых чертеж строится автоматически.

Рассмотрим последовательность действий, приводящих к получению DWG-файла с чертежом технологической схемы.

1) Задание технических характеристик вальцовых станков

Для задания технических характеристик вальцовых станков создано диалоговое окно «Параметры вальцовых станков». Для вызова окна можно воспользоваться пунктом «Параметры вальцовых станков» в меню «Настройки» на рисунке 1.71.

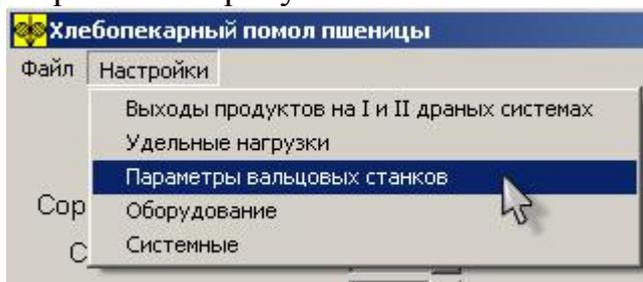


Рисунок 1.71 – Вызов окна «Параметры вальцовых станков» (фрагмент окна)

На форме окна «Параметры вальцовых станков» расположен многостраничный блокнот с тремя страницами для определения параметров вальцовых станков в драном, шлифовочном и размольном процессах. Для шлифовочного и размольного процессов предусмотрено использование как вальцов с микрошероховатой поверхностью, так и нарезных вальцов. Значения параметров рифления и кинетических параметров, принимаемые по умолчанию, подобраны в соответствии с «Правилами организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах».

Первая страница «Драной процесс» представлена на рисунке 1.72.

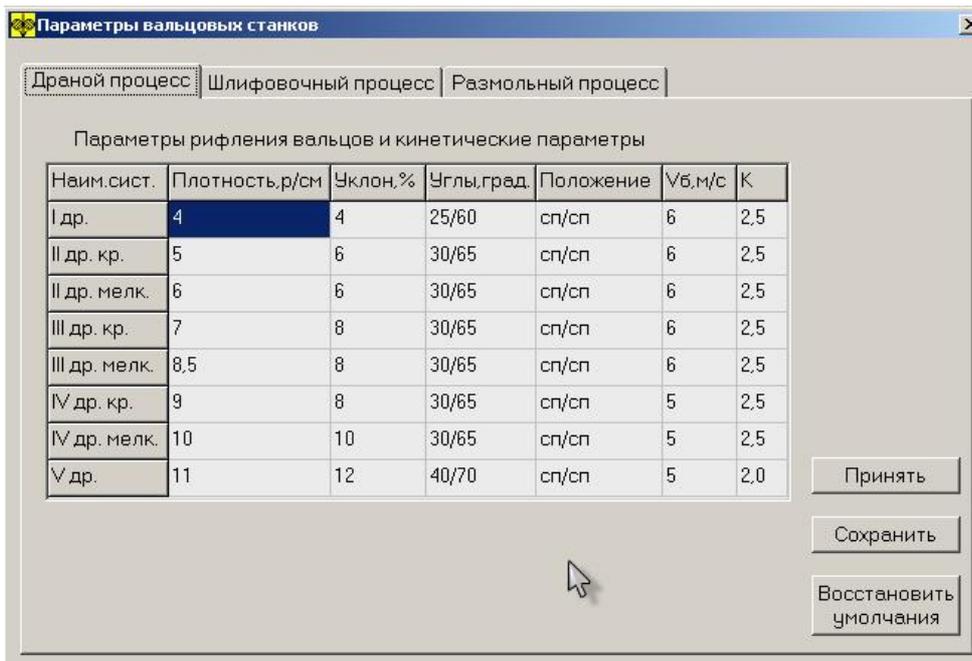


Рисунок 1.72 – Выбор технических характеристик вальцовых станков в драном процессе

Вторая страница «Шлифовочный процесс» представлена на рисунке 1.73.

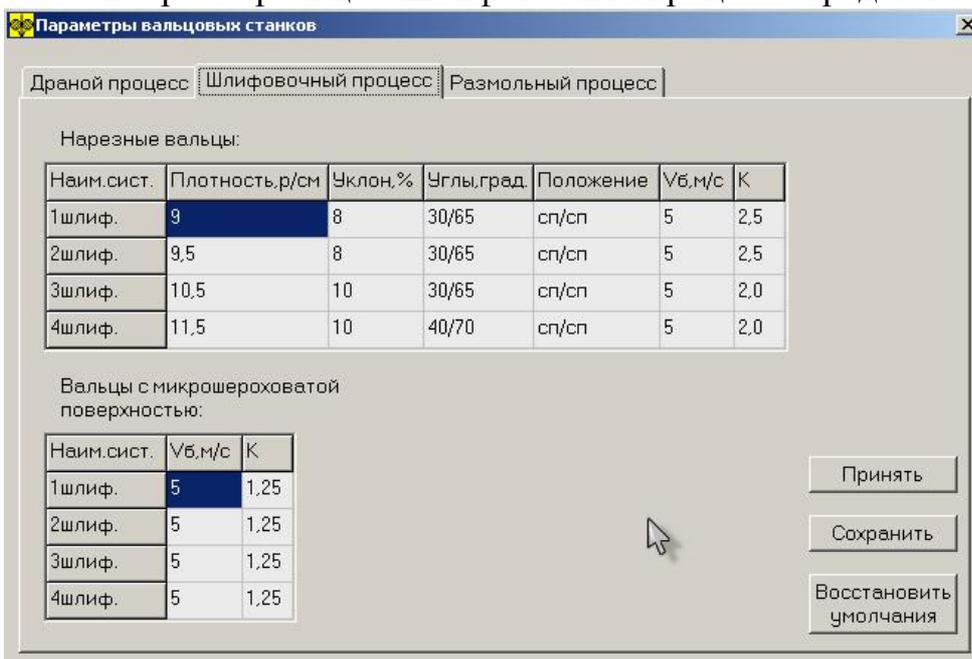


Рисунок 1.73 – Выбор технических характеристик вальцовых станков в шлифовочном процессе

Вторая страница «Шлифовочный процесс» представлена на рисунке 1.74.

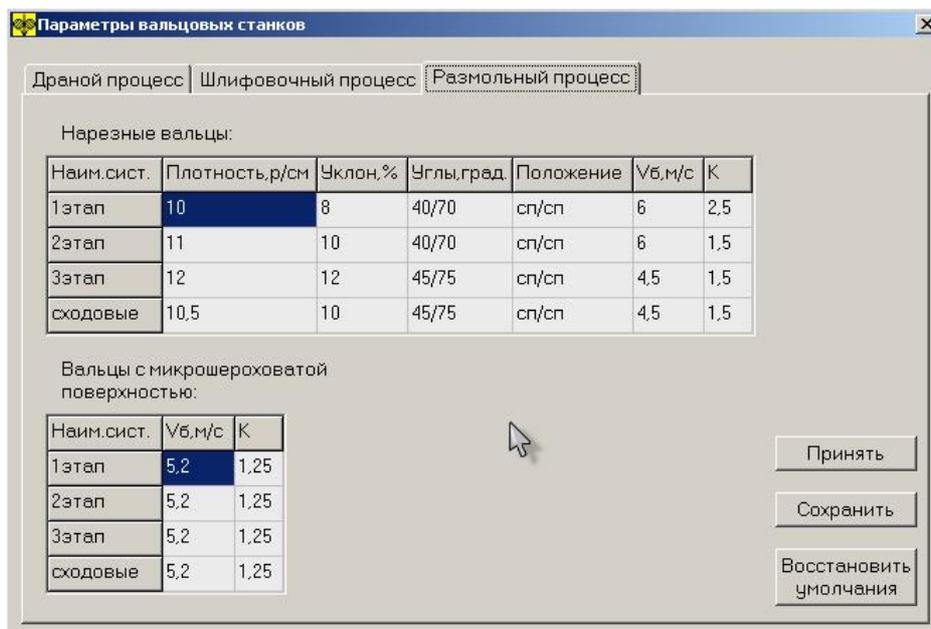


Рисунок 1.74 – Выбор технических характеристик вальцовых станков в размольном процессе

2) Формирование таблицы рифлений вальцовых станков

Для формирования таблицы рифлений вальцовых станков необходимо нажать кнопку «Рифления вальцов», расположенную внизу главной формы. После этого можно посмотреть результаты на шестом листе «Рифления» в книге MS Excel. Формирование таблицы происходит таким образом, что на шлифовочных и размольных системах при отсутствии доизмельчителя принимаются нарезные вальцы, а при применении деташера или энтолейтора – микрошероховатые. При необходимости можно изменить принятые по умолчанию параметры, тогда при построении чертежа будут использованы измененные значения. При построении чертежа будет изображена полная копия таблицы рифлений, присутствующей на шестом листе «Рифления» в книге MS Excel.

Лист «Рифления» представлен на рисунке 1.75.

Техническая характеристика вальцовых станков										
1	Вальцовый станок		Вальцы, мм		Рифления				Кинемат. парам.	
	Система	Кол.	Длина	Диам.	Плотность, р/см	Уклон, %	Углы заострения, град.	Взаимное расположение рифлей	Vб, м/с	К
5	I др.	1	1000	250	4	4	25/60	сп/сп	6	2,5
6	II др.	1	1000	250	5	6	30/65	сп/сп	6	2,5
7	III др.	1,5	1000	250	7	8	30/65	сп/сп	6	2,5
8	IV др.кр.	1	1000	250	9	8	30/65	сп/сп	5	2,5
9	IV др.м.	1	1000	250	10	10	30/65	сп/сп	5	2,5
10	V др.	0,5	1000	250	11	12	40/70	сп/сп	5	2,0
11	шл.1	1	1000	250					5	1,25
12	шл.2	0,5	1000	250					5	1,25
13	шл.3	0,5	1000	250					5	1,25
14	1р.с.	1	1000	250					5,2	1,25
15	2р.с.	1	1000	250					5,2	1,25
16	3р.с.	0,5	1000	250					5,2	1,25
17	4р.с.	0,5	1000	250					5,2	1,25
18	5р.с.	1	1000	250					5,2	1,25
19	6р.с.	1	1000	250					5,2	1,25
20	7р.с.	0,5	1000	250					5,2	1,25
21	8р.с.	0,5	1000	250					5,2	1,25
22	9р.с.	0,5	1000	250					5	1,25
23										
24										

Рисунок 1.75 – Результаты формирования таблицы рифлений (фрагмент окна)

3) Построение чертежа

Перед тем, как нажать кнопку «Технологическая схема», расположенную в правом нижнем углу главной формы приложения, необходимо указать каталог для временного хранения служебных файлов, а также выбрать версию AutoCAD.

Необходимость вручную выбирать временный каталог возникает в том случае, если указанный в системном реестре операционной системы Windows каталог не существует, либо невозможно сохранить в него файлы (по нескольким причинам), или же если путь временного каталога содержит знаки кириллицы (в этом случае возникают ошибки при открытии файла шаблона чертежа при загрузке системы AutoCAD).

Выбор временного каталога и версии AutoCAD производится в диалоговом окне «Системные настройки», которое можно вызвать через одноименный пункт в меню «Настройки».

Средства выбора временного каталога представлены на рисунке 1.76.

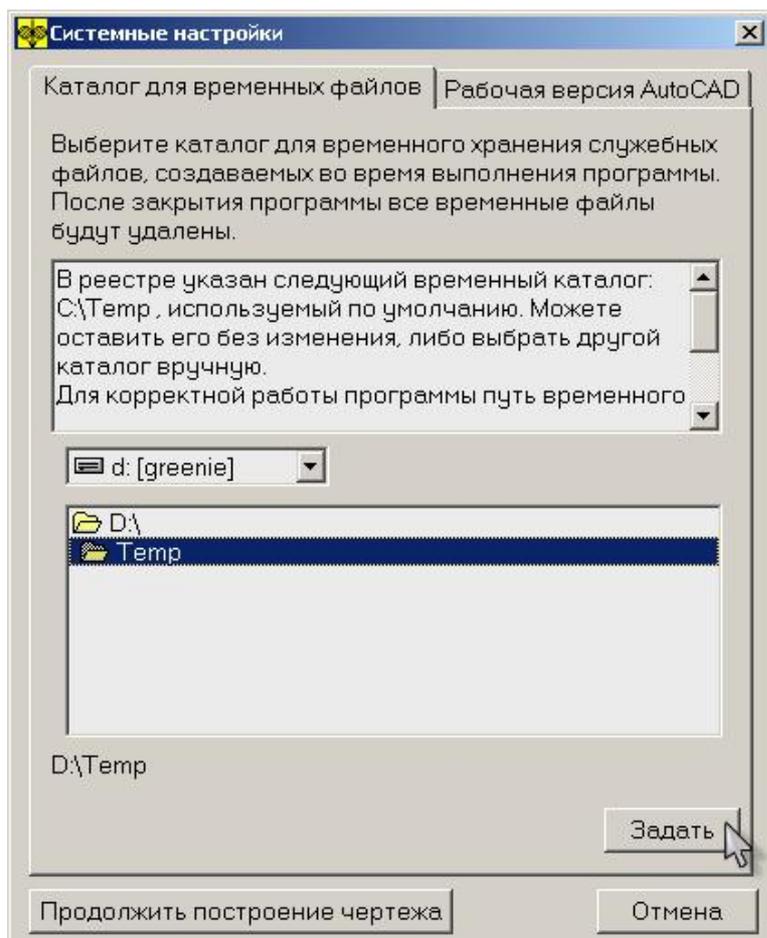


Рисунок 1.76 – Выбор временного каталога

Необходимость в выборе версии AutoCAD возникает в том случае, если на компьютере пользователя установлено более одной версии программы, что указано в системном реестре операционной системы Windows.

Средства выбора версии AutoCAD представлены на рисунке 1.77.

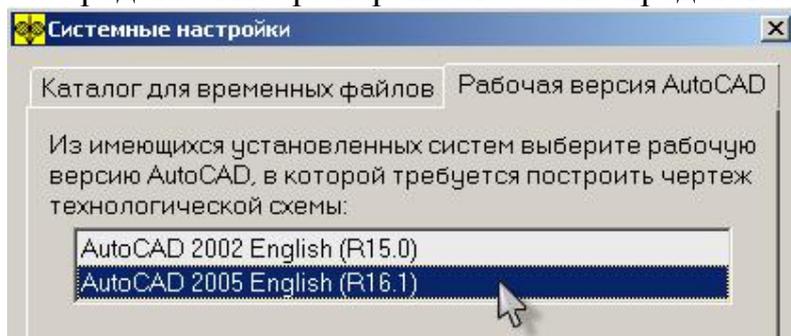


Рисунок 1.77 – Выбор версии AutoCAD (фрагмент окна)

После определения всех необходимых параметров требуется нажать кнопку «Технологическая схема», после чего запустится система AutoCAD и пользователь увидит результаты построения чертежа технологической схемы с указанием технических характеристик вальцовых станков на рисунке 1.78.

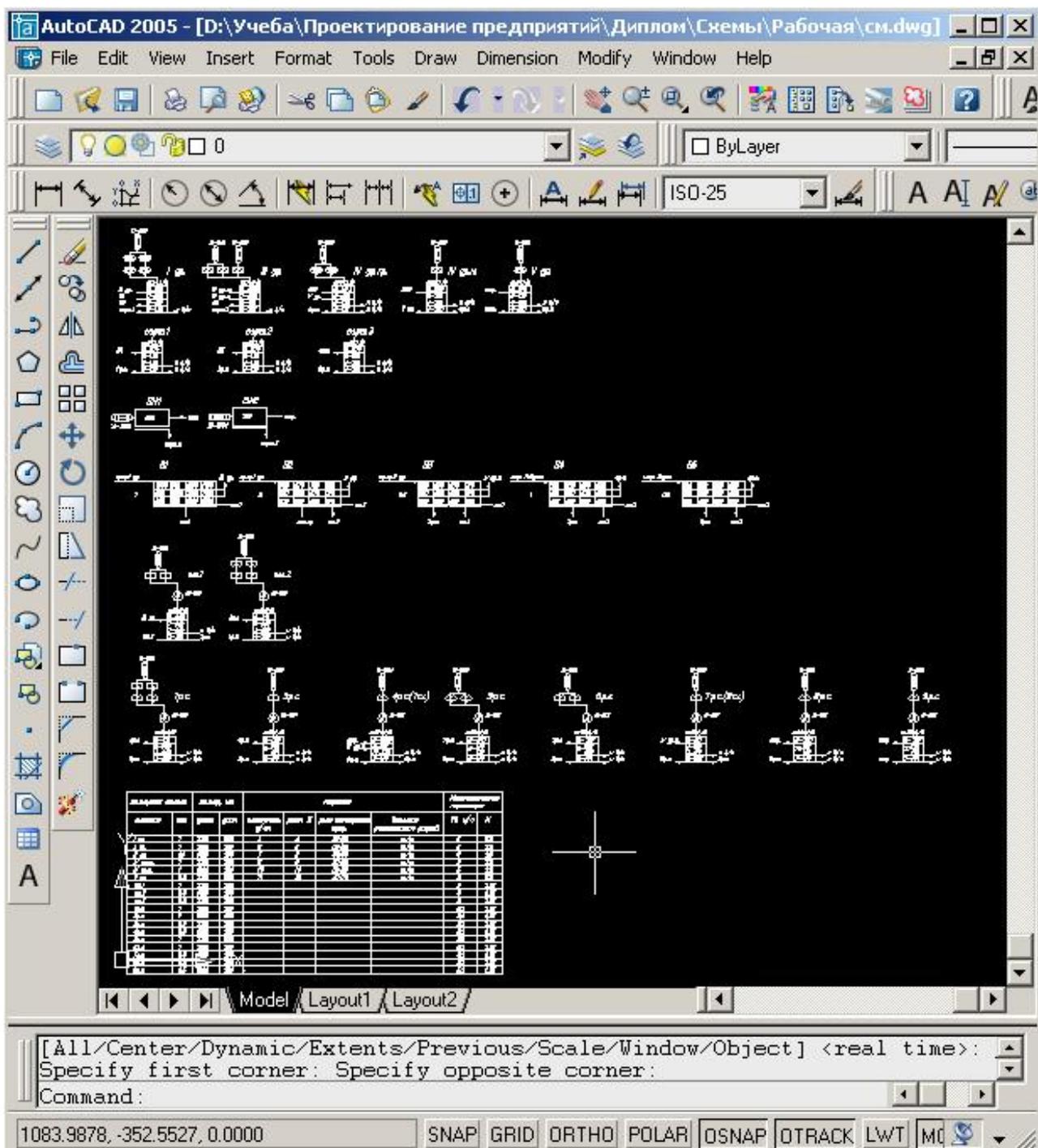


Рисунок 1.78 – Результаты построения чертежа технологической схемы с указанием технических характеристик вальцовых станков

2 БАЛАНС ПОМОЛА

Баланс помола представляет собой табличную запись распределения всех продуктов по системам технологического процесса, а также извлечения продуктов со всех систем. Различают количественный и количественно-качественный балансы помола. В первом случае учитывают только количественное распределение продуктов, во втором учитывают и показатель их качества, т.е. зольность.

Само название этого документа показывает, что по каждой системе, этапам процесса и помолу в целом должно быть выдержано равенство (баланс) величин продуктов, поступающих и уходящих, а также их средневзвешенная зольность, в случае её учёта.

Следовательно, баланс помола отражает не только организацию технологического процесса, в соответствии с его технологической схемой, но и ведение процесса, и поэтому предоставляет полную возможность анализа процесса на предприятии.

При разработке баланса помола принимают, что на I др. с. нагрузка составляет 100 %, т.е. не учитывают изменение массы зерна в подготовительном отделении мельницы, вследствие удаления примесей и увлажнения зерна. Поэтому сумма полученных при помоле муки и отрубей, а также манной крупы, если её получают, также должна составить 100 %. Массу всех продуктов выражают в процентах к I др. с.

При анализе количественно-качественного баланса проверяют равенство средневзвешенных значений зольности, поступающих на систему и уходящих с системы продуктов; эту же операцию выполняют для каждого из этапов процесса помола и помола в целом; расхождение значений зольности не должно превышать 0,05 % абсолютных, т.е. находиться в пределах установленной ГОСТом ошибки при стандартном методе определения зольности.

Данные баланса записывают в виде таблицы 2.1: отдельно по каждой системе или же по всему помолу - в так называемой таблице-шахматке, примеры которых приведены ниже. В таблице 2.1 расшифрован баланс трёх драных и одной ситовечной системы.

Таблица 2.1 – Пример записи данных количественно-качественного баланса помола

Системы	Поступило продуктов			Получено продуктов			
	Наименование	Количество, % к I др. с.	Зольность, %	Наименование	Количество, % к I др. с.	Зольность, %	Направление продукта
I др. с.	Зерно	100	1,75	1-й сход	68,3	2,11	II др. с.
				2-й сход	12,4	1,23	СВ1
				3-й сход	7,9	0,89	СВ2

Продолжение таблицы 2.1

Системы	Поступило продуктов			Получено продуктов			
	Наименование	Количество, % к I др. с.	Золь- ность, %	Наимено- вание	Коли- чество, % к I др. с.	Золь- ность, %	Направ- ление продукта
				4-й сход	8,7	0,77	сорт. с. 1
				Проход	2,7	0,71	Мука
	Итого	100	1,75		100	1,75	
II др. с.	1-й сход I др. с.	68,3	2,11	1-й сход	16,8	3,50	III др. с. кр.
				2-й сход	16,2	3,05	III др. с. мел
				3-й сход	3,5	2,00	СВ3
				4-й сход	9,2	1,10	СВ4
				Проход	22,6	0,84	сорт. с. 1
	Итого	68,3	2,11		68,3	2,11	
III др. с. кр.	1-й сход III др. с.	16,8	3,50	1-й сход	5,2	5,05	ВМ1
				2-й сход	3,2	4,93	IV др. с. мел
				3-й сход	1,9	3,54	СВ7
				4-й сход	4,1	2,00	сорт. с. 2
				Проход	2,1	0,73	Мука
	Итого	16,8	3,50	-	16,8	3,5	
III др. с. мел	2-й сход III др. с.	16,2	3,05	1-й сход	9,7	4,63	IV др. с. кр.
	1-й сход СВ4	0,8	2,76	2-й сход	2,6	4,41	IV др. с. мел
	2-й сход СВ4	1,8	2,28	3-й сход	2,2	2,00	СВ7
	1-й сход СВ1	1,8	2,10	4-й сход	9,7	0,87	сорт. с. 2
	2-й сход СВ1	0,3	1,87	Проход	2,1	0,60	Мука
	1-й сход СВ2	0,6	2,28	-	-	-	
	2-й сход СВ2	0,1	2,17	-	-	-	
	1-й сход СВ3	0,4	3,80	-	-	-	
	2-й сход СВ3	0,4	3,40	-	-	-	
	3-й сход СВ1	3,9	1,55	-	-	-	
	Итого	26,3	2,67	-	26,3	2,67	
СВ1	2-й сход I др. с.	12,4	1,23	1-й сход	1,8	2,10	III др. с. мел
				2-й сход	0,3	1,87	III др. с. мел
				3-й сход	3,9	1,55	III др. с. мел

Продолжение таблицы 2.1

Системы	Поступило продуктов			Получено продуктов			
	Наименование	Количество, % к I др. с.	Золь- ность, %	Наимено- вание	Количество, % к I др. с.	Золь- ность, %	Направ- ление продукта
				1-й проход	4,0	0,55	1 р.с.кф.
				2-й проход	2,4	1,11	1 шл. с.
	Итого	12,4	1,23		12,4	1,23	

Такая запись удобна для анализа отдельных систем, здесь перечислены все продукты, поступающие на каждую систему, и приведена их зольность. Точно также расшифрованы полученные на каждой системе продукты, и определено их дальнейшее направление, по ходу технологического процесса.

По второму варианту баланс помола представляется в виде таблицы-шахматки. В качестве примера приводим в таблице 2.2 количественный баланс обдирного помола ржи. В этом случае в первой колонке сверху вниз перечислены все системы, причём после каждого этапа процесса подводится итог, для удобства дальнейшего анализа. Во второй колонке приведены нагрузки на каждую систему. Распределение полученных на системе продуктов записывается в строчках, в зависимости от направления продукта в технологическом процессе. По каждой строчке, т.е. по каждой системе имеется баланс, это же относится к отдельным этапам и к помолу в целом. В последних двух колонках приведены данные об извлечении продуктов на системах, выраженные в процентах по отношению к I др. с. и к данной системе.

Таблица 2.2 – Примерный количественный баланс односортового помола ржи в муку обдирную

Системы	Наг- рузка, % к I др. с.	Дранные						Размоль- ные		Кон- троль муки	Готовая продук- ция		Извлечение, %	
		II	III	IV	V	БВУ	Пе- ресев БВУ	1	2		Му- ка	От- руби	к I др. с.	к дан- ной сист.
I др. с.	100	50,0						24,0		26,0			50,0	50,0
II др. с.	50,0		20,0					7,0		23,0			30,0	60,0
III др. с.	29,0			20,0						9,0			9,0	31,0
IV др. с.	20,0				15,0					5,0			5,0	25,0

Продолжение таблицы 2.2

Системы	Нагружка, % к Идр.с.	Дранные						Размольные		Контроль муки	Готовая продукция		Извлечение, %	
		II	III	IV	V	БВУ	Пересев БВУ	1	2		Мука	Отруби	к Идр. с.	к дан-ной сист.
V др. с.	15,0					11,5				3,5			3,5	23,3
БВУ	11,5						6,0					5,5	-	-
Пересев прохода БВУ	6,0									2,0		4,0		-
Итого		50,0	20,0	20,0	15,0	11,5	6,0	31,0		68,5		9,5		
1 р. с.	31,0								15,5	15,5			15,5	50,0
2 р. с.	18,0		9,0							9,0			9,0	50,0
Итого			9,0						15,5	24,5				
Контроль муки	93,0								2,5		90,5			
Итого									2,5		90,5			
Всего		50,0	29,0	20,0	15,0	11,5	6,0	31,0	18,0	93,0	90,5	9,5		

Таким образом, баланс помола воспроизводит технологическую схему в части распределения всех продуктов и количества систем в схеме помола. Количественная характеристика продуктов определяет режимы всех систем, т.е. в балансе присутствует полная информация о ведении процесса помола. Следовательно, баланс помола представляет собой документ, полностью отражающий все особенности технологического процесса на данном предприятии. Особенно богатая информация содержится в количественно-качественном балансе помола.

Таким образом, наличие баланса помола даёт возможность специалистам выполнить углубленный анализ процесса, выявить недостатки в схеме помола или же неверно избранные режимы отдельных операций, и затем внести необходимые усовершенствования в организацию и ведение помола.

2.1 Разработка теоретического баланса помола

При разработке теоретического баланса помола руководствуются рекомендациями, изложенными в «Правилах организации и ведения технологического процесса на мукомольном заводе» по режимам измельчения на дранных, шлифовочных и размольных системах, извлечению крупок, дунстов и муки, распределению продуктов на ситовечных системах и т. п.

Количественный баланс помола для проектируемого мукомольного завода составляют с учётом качества перерабатываемого зерна.

Таблица 2.3 – Ориентировочный выход круподуновых продуктов и муки в драном процессе хлебопекарного помола (при расчётных показателях качества зерна)

Размеры в процентах

Наименование системы	Выход круподуновых продуктов				Выход муки	Общее извлечение
	крупная крупка	средняя крупка	мелкая крупка	дунсты		
I драная	7-9	8-10	3-5	3-5	4-6	25-30
II драная	10-12	12-14	6-8	6-7	6-8	40-45
III драная	–	2-4	3-4	3-5	3-5	10-13
Итого по I-III Драным системам	18-20	22-24	13-15	12-14	13-15	78-80
IV драная	–	–	1-2	2-3	3-4	5-7
V драная	–	–	–	1-2	1-2	2-3
Всего	18-20	22-24	14-16	15-17	18-20	85-87

Таблица 2.4 – Рекомендуемые режимы измельчения, удельные нагрузки и распределение вальцовой линии и просеивающей поверхности по системам шлифовочного процесса

Наименование системы	Извлечение, %	Удельная нагрузка на вальцовую линию, кг/см·сут	Распределение вальцовой линии и просеивающей поверхности, %
1 шлифовочная	10-12 (20-25)	300-400 (200-250)	25-30 (50-70)
2 шлифовочная	10-12 (30-40)	300-350 (200-250)	30-35 (30-50)
3 шлифовочная	10-15	300-350	20-25
4 шлифовочная	15-18	200-300	15-20

Примечания – 1) В скобках приведены параметры шлифовочного процесса на мукомольных заводах, оснащённых комплектным высокопроизводительным оборудованием или осуществивших техническое перевооружение на базе высокопроизводительного оборудования (вальцовых станков А1-БЗН и ситовеечных машин А1-БСО).

2) При использовании в шлифовочном процессе валцов с микрошероховатой поверхностью продукт после них следует обрабатывать в деташерах.

3) Просеивающую поверхность распределяют по системам пропорционально длине вальцовой линии.

Таблица 2.5 – Рекомендуемые режимы измельчения, удельные нагрузки, вальцовая линия и просеивающая поверхность на размольных системах технологического процесса сортового помола

Этап размольного процесса	Наименование системы	Номер контрольного сита	Извлечение в % от массы продукта, направляемого на данную систему	Удельная нагрузка на вальцовую линию, кг/см·сут	Распределение вальцовой линии и просеивающей поверхности, %
I	1-я р.с. крупная	43ш, 49к или 45/50 ПА	45-60	200-250	10
	1-я р.с. мелкая		55-70	200-250	10
	2-я р.с.		45-70	200-250	15-20
	3-я р.с.		45-70	200-250	10-15
II	Итого по первому этапу	38ш			45-50
	4-я р.с.		25-40	150-200	10-15
	5-я р.с.		30-50	150-200	5-10
	6-я р.с.	41/43 ПА	30-50	150-200	5-10
	Итого по второму этапу				25-30
III	7-я р.с.	38ш, 43к или 41/43 ПА	20-30	120-180	5-10
	8-я р.с.		20-30	120-180	5-10
	9-я р.с.		20-30	120-180	5
	10-я р.с.		10-20	120-180	5
	11-я р.с.		10-20	120-180	5
	12-я р.с.		10-20	120-180	5
	Итого по третьему этапу				25-30
	Всего				100

Примечание - При использовании валцов с микрошероховатой поверхностью указанные величины извлечений характеризуют работу валцовых станков совместно с энтолейторами и деташерами. При использовании валцов с нарезной поверхностью количество размольных систем может быть уменьшено до 9-10.

Таблица 2.6 – Ориентировочные выходы круподунстовых продуктов и муки в драном процессе при помоле по сокращённой схеме

Размеры в процентах

Наименование системы	Крупки			Дунсты	Мука	Общее Извлечение
	крупная	средняя	мелкая			
I драная	3-5	10-12	5-7	6-8	6-8	30-35
II драная	4-6	10-12	7-9	8-10	8-10	35-40
III драная	–	–	2-4	4-6	4-6	10-15
Итого I-III драные	7-9	20-22	15-17	18-20	22-24	80-85
Сортировочные I-II драных	–	–	–	2-3	2-4	4-8
Сортировочная III драной	–	–	–	1-2	1-2	2-3
Всего	7-9	20-22	15-17	22-24	26-28	87-89

Примечание: При использовании предварительного плющения зерна количество муки и дунстов, получаемых в драном процессе, увеличивается на 5-7 %.

Таблица 2.7 – Ориентировочные режимы измельчения на I и II драных системах

Размеры в процентах

Наименование Системы	Вид помола, режим измельчения			
	85 % помол пшеницы	Помолы ржи		
		63 %	80 %	87 %
I драная	25-35	25-35	40-45	45-50
II драная	50-55	35-45	50-55	50-55

Таблица 2.8 – Рекомендуемые режимы измельчения на I-II системах при обойных помолах пшеницы

Наименование системы	Номер контрольного сита	Извлечение в % от массы продукта, поступающего на данную систему
I драная	067	40-50
II драная	067	50-70

Таблица 2.9 – Удельные нагрузки, распределение вальцовой линии и просеивающей поверхности по системам обойного помола

Наименование системы	Удельные нагрузки, кг/см·сут	Распределение вальцовой линии, %	Распределение просеивающей поверхности, %
I драная	600-800	30-40	25-30
II драная	350-450	20-30	20-25
III драная	250-300	15-20	10-15
IV драная	150-200	15-20	10-15
Контроль муки	-	-	20-25
Всего		100	100

Таблица 2.10 – Ориентировочные показатели извлечения муки по системам при сортовых помолах ржи

Система	Односортовый помол с выходом 63 % сеяной муки	Двухсортовый помол с выходом				Односортовый помол с выходом 87 % обдирной муки
		15 % + 65 %		30 % + 50 %		
		сеяная	обдирная	сеяная	обдирная	
I др. с	7,7	2,0	9,5	3,0	9,5	21,2
II др. с	11,5	7,5	-	9,5	-	22,8
III др. с	7,1	-	12,5	-	9,0	15,5
IV др. с	4,4	-	9,5	-	5,5	8,5
V др. с	2,8	-	4,5	-	4,5	5,0
Пересев	1,0	-	3,5	-	3,5	3,0
Итого	34,5	9,5	39,5	12,5	32,0	76,0
1 р. с.	9,9	5,5	-	7,5	-	9,5
2 р. с.	8,8	2,0	11,0	7,0	6,0	6,5
3 р. с.	5,6	-	6,0	5,0	4,0	-
4 р. с.	4,4	-	5,0	-	5,0	-
5 р. с.	2,7	-	3,5	-	3,5	-
6 р. с.	2,1	-	-	-	-	-
Пересев	-	-	1,0	-	1,0	-
Итого	33,5	7,5	28,5	19,5	19,5	16,0
Всего на контроль	68,0	17,0	68,0	32,0	53,0	92,0
Мука после контроля	63,0	15,0	65,0	30,0	50,0	87,0

Таблица 2.11 – Извлечение муки при обойных помолах ржи

Показатели	Дранные системы		
	I	II	III
Номер металлического контрольного сита	067 (27)	067 (27)	067 (27)
Извлечение, %	50-60	60-70	70-80

При составлении баланса помола необходимо предварительно вычертить таблицу-шахматку в строгом соответствии со структурной схемой технологического процесса, распределив её по системам и этапам. Нагрузку на I др. с. обычно принимают за 100 %, поскольку рекомендуемые режимы систем и этапов указаны в процентах по отношению к нагрузке на эту систему. При этом необходимо учитывать, что во всех существующих видах помолов выход

муки (общий и по сортам) указан по отношению к количеству зерна базисного качества, поступившему на очистку. Так, при сортовых помолах пшеницы базисных кондиций на размол направляют 96,5 % от общего количества зерна, поступившего в зерноочистительное отделение, поскольку при очистке зерна базисного качества получают 3,5 % отходов с учётом механических потерь. Из 96,5 % зерна при данных помолах получают 78 % либо 75 % муки разных сортов и манной крупы, а также соответственно 18,5 % либо 21,5 % отрубей. Если принять нагрузку на I др. с. за 100 %, то необходимо пропорционально увеличить выход муки по сортам, а также количество отрубей, т. е. применительно к указанным помолам необходимо получить 80,8 % или 77,7 % муки и соответственно 19,2 или 22,3 % отрубей.

Если качество перерабатываемого зерна заранее неизвестно, то при составлении баланса необходимо ориентироваться на зерно базисных кондиций. В случае, если помольная партия зерна и его качество заданы, то при составлении баланса следует ориентироваться на расчётный выход муки из данного зерна. При выборе режимов систем и этапов необходимо учитывать стекловидность зерна и вид помола по ассортименту и выходам муки, так как рекомендуемые режимы дифференцированы по указанным признакам.

При составлении количественного баланса этапа крупобразования и других этапов необходимо учитывать количество сходовых продуктов, возвращающихся на системы данного этапа для дополнительной обработки с ситовеечных, шлифовочных и вымалывающих систем, а также контроля муки. На системы драного процесса возвращается от 3 до 7 % сходовых продуктов с ситовеечных и шлифовочных систем. Большее значение этого возврата относится к переработке высокостекловидного зерна, а меньшее - к переработке низкостекловидного.

При разработке баланса необходимо учитывать, что общее извлечение промежуточных продуктов и муки на крупобразующих системах должны быть примерно равным общему выходу муки при данном помоле. Эти продукты направляются на системы сортирования и обогащения.

Указанные в балансе режимы систем считают нормативными, подлежащими исполнению. Данные о нагрузке на каждую систему можно использовать, зная о производительности завода, для расчёта оборудования и решения других вопросов в процессе проектирования мукомольного завода.

Таблица 2.12 – Пример баланса помола

Наименование системы	Поступило на систему, %	III др.	IV др.кр.	IV др.м.	V др.	BM1	BM2	сорт.1	сорт.2	сорт.3	B1	B2	B3
Идр.+Идр.	100,0	40,0						18,0			16,0	22,0	
Идр.	48,8		18,3	12,2					9,8				4,9
IVдр.кр	18,3				3,7	8,5							
IVдр.м	14,3				1,4		10,0						
Vдр.	5,1												
BM1	8,5									2,6			
BM2	10,0									3,0			
сорт.1	18,0												
сорт.2	9,8												
сорт.3	5,6												
B1	16,0	3,2											
B2	22,0	3,3											
B3	4,9			1,5									
B4	9,0												
B5	3,7												
шл.1	15,2	2,3											
шл.1+шл.2	24,4												
1р.с.+2р.с.	31,7												
3р.с.	9,1												
4р.с.	8,4			0,4									
5р.с.	11,0												
6р.с.	9,2												
7р.с.	2,0			0,2									
8р.с.	6,2												
9р.с.	5,8												
Итого:													

Продолжение таблицы 2.12

В4	В5	шл.1	шл.2+ шл3	1р.с.+2р.с	3р.с.	4р.с.	5р.с.	6р.с.	7р.с.	8р.с.	9р.с.	ман.кр.	М В/с	огр.
													4,0	
													3,7	
							3,7						2,4	
							1,4						1,4	
										1,3			1,3	2,5
														6,0
														7,0
9,0				8,0									1,0	
	3,7			4,9									1,2	
							2,0						0,9	2,6
		12,8												
			15,4									3,3		
		2,4			1,0									
			3,2	4,5		1,3								
			1,3		1,8	0,5								
			4,6	4,6									3,8	
				9,8		2,4							12,2	
					6,3	3,2							22,2	
						0,9	2,3						5,9	
							1,7	4,2					1,7	0,4
								5,0	1,1				5,0	
									0,9	4,6			3,7	
										0,3	1,2		0,3	
											4,6		0,9	0,6
													0,6	5,3
												3,3	72,2	24,5

3 РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

3.1 Расчёт оборудования размольного отделения мукомольного завода

Оборудование размольного отделения рассчитывают по системам с учётом заданной производительности завода (секции), фактических нагрузок на оборудование (по балансу) и рекомендуемых норм нагрузок на отдельные системы.

3.1.1 Расчёт вальцовой линии

При расчёте вальцовой линии с использованием общих удельных нагрузок на первом этапе, для осуществления операции измельчения, определяют общую длину вальцовой линии L_0 , см

$$L_0 = \frac{Q \cdot 1000}{q_v}, \quad (3.1)$$

где q_e - общая удельная нагрузка на вальцовую линию, кг/см·сут.

Общую удельную нагрузку принимают по таблице 3.1.

При выполнении проектов реконструкций применение удельных нагрузок по этой таблице не должно снижать производительность завода. Поэтому допускается использовать удельные нагрузки на вальцовую линию, рекомендуемое «Правилами организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах».

Таблица 3.1 - Общие удельные нагрузки на основное оборудование размольного отделения мукомольных заводов

Тип помола	Общая удельная нагрузка на вальцовую линию, кг/(см·сут)	Общая удельная нагрузка на просеивающую поверхность, кг/(м ² ·сут)	Общая удельная нагрузка на приемное сито ситовеечной машины, кг/(см·сут)
Хлебопекарный помол пшеницы			
2-сортный 72 %, 75 %, 78 %	75	1200	540
3-сортный 75 %, 78 %	75	1200	540
1-сортный 72 %	75	1200	540
2-сортный по сокращ. схеме	85	1300	600
1-сортный 85 %	125	1500	1500
Обойный помол пшеницы	330	4800	–
Макаронный помол пшеницы	55	1000	120
Помолы ржи 63%	70	1000	–
Помолы ржи 80 %	140	1920	–
Помолы ржи 87 %	170	2000	–
Обойный помол ржи	295	4800	–

Полученную общую длину вальцовой линии L_0 делят в соотношении r_L на

длину вальцовой линии для драного процесса и шлифовочно-размольного

$$r_L = \frac{L_{ш+p}}{L_{др}}, \quad (3.2)$$

где r_L - соотношение длин вальцовой линии шлифовочно-размольного и драного процессов;

$L_{ш+p}$ - длина вальцовой линии шлифовочного и размольного процессов, см;

$L_{др}$ - длина вальцовой линии драного процесса, см.

$$L_o = L_{др} + L_{ш+p}. \quad (3.3)$$

Решая совместно систему уравнений относительно $L_{др}$ и $L_{ш+p}$, получим

$$L_{др} = \frac{L_o}{r_L + 1}, \quad (3.4)$$

$$L_{ш+p} = \frac{r_L \cdot L_o}{r_L + 1}. \quad (3.5)$$

Величину r_L следует принимать: для сортовых хлебопекарных помолов от 1,4 до 1,8; для макаронных помолов от 1,0 до 1,2; для односортного 63 % ржи и 85 % пшеницы от 1,0 до 1,3; для двухсортного 80 % ржи от 0,6 до 0,8 и для обдирного 87 % ржи от 0,2 до 0,4. Очевидно, что длина вальцовой линии драного процесса равна сумме длин вальцовой линии систем, составляющих драной процесс. Следовательно,

$$L_{др} = l_1 + l_2 + \mathbf{K} + l_i + \mathbf{K} + l_n = \sum_{i=1}^n l_i, \quad (3.6)$$

где $l_1, l_2, \dots, l_i, \dots, l_n$ - длина вальцовой линии первой, второй, i -ой системы, см.

Аналогично складывается длина вальцовой линии шлифовочных и размольных систем.

Соотношение вальцовых линий и просеивающих поверхностей размольного и драного процесса представлены в таблице 3.2.

Расчётное значение длины вальцовой линии i -ой системы l_i , см, драного процесса можно определить, приняв $L_{др}$ равную 100 %.

$$l_i = \frac{L_i \cdot L_{др}}{100}, \quad (3.7)$$

где L_i - принятое значение длины вальцовой линии i -ой драной системы, %.

Аналогично рассчитывают длину вальцовой линии i -ой системы шлифовочного и размольного процесса.

Величину L_i принимают по таблицам в зависимости от вида помола. Зная расчётное значение длины вальцовой линии каждой системы, подбирают вальцовые станки с таким расчётом, чтобы фактическая длина вальцовой линии максимально приближалась к расчётному значению длины l_i (см). В результате расчётов общее число вальцовых станков и их число по типоразмерам должно быть кратным единице.

Частные удельные нагрузки на системы технологического процесса для различных помолов пшеницы представлены в таблицах 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7.

Таблица 3.2 - Соотношение вальцовых линий и просеивающих поверхностей размольного и драного процесса

Вид помола	Соотношение просеивающей поверхности размольных и шлифовочных систем к просеивающей поверхности драных систем ($f_p / f_{др}$)	Отношение длины вальцовой линии размольных и шлифовочных систем к длине вальцовой линии драных систем ($l_p / l_{др}$)
Развитая схема хлебопекарного помола пшеницы	0,8	1,4-1,8
3-х сортный 75 % х/п помол пшеницы, Qзавода = 280 т/сут	0,83	1,5
3-х сортный 75-78 % х/п помол пшеницы, Qзавода = 300 т/сут	0,78	1,47
Х/п помол пшеницы с отбором до 20 % макаронной крупки	0,8-1,0	1,4-1,6
4-х сортный помол мягкой пшеницы с отбором до 20 % макаронной крупки, Qзавода = 280 т/сут	0,96	1,59
Сокращённая схема помола пшеницы (рекомендуется)	0,8-1,0	1,1-1,3
Сокращённая схема сортового х/п помола пшеницы, Qзавода = 150 т/сут	0,76	1,25
Макаронный помол пшеницы (рекомендуется)	0,7-0,9	1,0-1,2
2-х сортный помол твёрдой и	1,05	1,08
3-х сортный помол мягкой пшеницы в муку для макаронных изделий, Qзавода = 250 т/сут	1,05	1,08
63 % помол ржи в сеяную муку, Qз = 300 т/сут	0,62	1,0
85 % помол пшеницы в муку 2-го сорта, Qз=150т/сут	0,62	1,0
2-х сортный 80 % помол ржи, Qзавода = 130 т/сут	0,50	0,71
Односортный 87 % помол ржи, Qзавода = 130 т/сут	0,30	0,43

Таблица 3.3 - Ориентировочные удельные нагрузки, распределение вальцовой линии и просеивающей поверхности в дражном процессе при хлебопекарном помоле

Наименование системы	Удельные нагрузки, кг/см·сут	Распределение вальцовой линии, %	Распределение просеивающей поверхности, %	
			драные системы	сортировочные системы
I драная	700-900	20-24	12-14	8-10
II драная	500-650	22-26	12-16	10-12
III драная	300-450	24-28	16-20	6-8
IV драная	250-300	22-24	10-14	3-5
V драная	200-250	8-10	4-6	–
Сортировочные проходов вымольных машин	–	–	–	6-8
Всего по драному процессу	–	–	62-66	34-38

Таблица 3.4 - Ориентировочные удельные нагрузки, распределение вальцовой линии и просеивающей поверхности в шлифовочном и размольном процессах при хлебопекарном помоле

Наименование системы	Удельные нагрузки, кг/см·сут	Распределение вальцовой линии и просеивающей поверхности, %
1 шлифовочная	300–400 (200–250)	25–30 (50–70)
2 шлифовочная	300–350 (200–250)	30–35 (30–50)
3 шлифовочная	300–350	20–25
4 шлифовочная	200–300	15–20
1-я размольная крупная	200-250	10
1-я размольная мелкая	200-250	10
2-я размольная	200-250	15-20
3-я размольная	200-250	10-15
И т о г о по первому этапу		45-50
4-я размольная	150-200	10-15
5-я размольная	150-200	5-10
6-я размольная	150-200	5-10
И т о г о по второму этапу		25-30
7-я размольная	120-180	5-10
8-я размольная	120-180	5-10
9-я размольная	120-180	5
10-я размольная	120-180	5
11-я размольная	120-180	5
12-я размольная	120-180	5
И т о г о по третьему этапу		25-30
В с е г о		100

Примечания – 1) В скобках приведены параметры шлифовочного процесса на мукомольных заводах, оснащённых комплектным высокопроизводительным оборудованием или осуществивших техническое перевооружение на базе высокопроизводительного оборудования (вальцовых станков А1-БЗН и ситовечных машин А1-БСО).

2) При использовании в шлифовочном процессе валцов с микрошероховатой поверхностью продукт после них следует обрабатывать в деташерах.

3) Просеивающую поверхность распределяют по системам пропорционально длине вальцовой линии.

Таблица 3.5 - Ориентировочные удельные нагрузки, распределение вальцовой линии и просеивающей поверхности в драном процессе при макаронном помоле

Наименование системы	Удельные нагрузки, кг/см·сут	Распределение вальцовой линии, %	Распределение просеивающей поверхности, %
I драная	600-700	16-18	10-12
II драная крупная	400-500	16-18	10-12
II драная мелкая	350-450	6-8	3-5
III драная крупная	300-400	10-12	6-8
III драная мелкая	250-350	8-10	5-7
IV драная крупная	300-350	8-10	5-7
IV драная мелкая	250-300	8-10	5-7
V драная крупная	200-250	6-8	3-5
V драная мелкая	150-200	6-8	3-5
VI драная	150-200	6-8	3-5
Итого с I-IV драных систем	-	-	54-60
Сортировочные I-II драных систем	-	-	25-28
Сортировочная IV драной системы	-	-	10-12
Сортировочные V-VI драных систем	-	-	4-6
Всего по драному процессу		100	100

Таблица 3.6 - Ориентировочные удельные нагрузки, распределение вальцовой линии и просеивающей поверхности в шлифовочном и размольном процессах при макаронном помоле

Наименование Системы	Удельные нагрузки, кг/см·сут	Распределение вальцовой линии, %	Распределение просеивающей поверхности, %
1 шлифовочная	200-250	22-24	16-18
2 шлифовочная	200-250	16-18	12-14
3 шлифовочная	150-200	12-14	8-10
4 шлифовочная	150-200	10-12	6-8
5 шлифовочная	150-200	8-10	5-7

Продолжение таблицы 3.6

Наименование системы	Удельные нагрузки, кг/см·сут	Распределение вальцовой линии, %	Распределение просеивающей поверхности, %
6 шлифовочная	100–150	3–5	2–4
7 шлифовочная	100–150	3–5	2–4
8 шлифовочная	100–150	3–5	2–4
Сортировочная 1–3 шл. с.	-	-	18–20
Сортировочная 4–5 шл. с.	-	-	8–10
Сортировочная 6–8 шл. с.	-	-	5–7
Итого по шлифовочному процессу	-	92–94	94–96
1 размольная	-	3–5	2–4
2 размольная	-	3–5	2–4
Итого по размольному Процессу	-	6–8	4–6
Всего по шлифовочному и размольному процессам		100	100

Распределение вальцовой линии и просеивающей поверхности по системам технологического процесса в зависимости от вида помола представлены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 - Распределение вальцовой линии и просеивающей поверхности по системам технологического процесса в зависимости от вида помола, %

Наименование системы	Вид помола					
	85 % пшеницы, 63 % ржи		80 % ржи		87 % ржи	
	вальцовая линия	просеивающая поверхность	вальцовая линия	просеивающая поверхность	вальцовая линия	просеивающая поверхность
I драная	10-12	8-10	14-16	10-12	20-22	16-18
II драная	10-12	8-10	14-16	10-12	20-22	16-18
III драная	8-10	6-8	10-12	8-10	12-14	10-12
IV драная	6-8	4-6	6-8	6-8	8-10	8-10
V драная	4-6	4-6	6-8	6-8	8-10	6-8
Сортировки I–II драных	-	8-10	-	-	-	-
Сортировки проходов бичевых машин	-	4-6	-	6-8	-	6-8

Продолжение таблицы 3.7

Наименование системы	Вид помола					
	85 % пшеницы, 63 % ржи		80 % ржи		87 % ржи	
	вальцовая линия	просеивающая поверхность	вальцовая линия	просеивающая поверхность	вальцовая линия	просеивающая поверхность
Итого по драмному процессу	44-46	44-46	56-58	52-54	74-76	68-70
1 размольная	14-16	10-12	14-16	8-10	16-18	12-14
2 размольная	14-16	10-12	14-16	8-10	8-10	6-8
3 размольная	8-10	8-10	6-8	4-6	–	–
4 размольная	4-6	4-6	6-8	4-6	–	–
5 размольная	4-6	4-6	–	–	–	–
6 размольная	4-6	4-6	–	–	–	–
Итого по размольному процессу	54-56	40-42	42-44	28-30	24-26	16-18
Контроль муки	–	12-14	–	16-18	–	12-14
Всего	100	100	100	100	100	100

При известных удельных нагрузках на отдельные системы технологического процесса расчёт вальцовой линии ведут с помощью данных количественного баланса.

Определение расчётного значения длины вальцовой линии для каждой системы производят по формуле

$$l_i = \frac{C_n \cdot Q \cdot 1000}{100 \cdot q_i}, \quad (3.8)$$

где C_n - нагрузка или количество продуктов из баланса, %;

q_i - частная удельная нагрузка на вальцовую линию системы, кг/(см·сут).

Таблица 3.8 - Рекомендуемые средние удельные нагрузки на оборудование

Вид Оборудования	Единицы измерения	Средние удельные нагрузки по видам помола			
		Односортный 85 % пшеницы	Помолы ржи		
			односортный 63 %	двухсортный 80 %	обдирный 87 %
Вальцовые станки	кг/см·сут	85-125	70-80	90-150	130-170
Рассевы:	кг/м ² ·сут				
ЗРШ, ЗРШ-М		1100-1500	800-1100	1600-2000	1700-2300

Удельные нагрузки на системе технологического процесса для других помолов можно рассчитать, если известна производительность завода и число оборотов в пределах системы. Для этого необходимо составить количественный баланс по данной схеме, а удельную нагрузку рассчитать по формуле

$$q_{i\phi} = \frac{Q \cdot C_{\pi}}{100 \cdot l_{i\phi}}, \quad (3.9)$$

где $q_{i\phi}$ - фактическая частная удельная нагрузка на вальцовую линию системы, кг/(см·сут);

$l_{i\phi}$ - фактическая длина вальцовой линии i -ой системы, см.

3.1.2 Расчёт просеивающей поверхности

При расчёте просеивающей поверхности также учитывают общие и частные удельные нагрузки. При использовании общих удельных нагрузок вначале определяют расчётное значение общей просеивающей поверхности

$$F_o = \frac{Q \cdot 1000}{q_{\pi}}, \quad (3.10)$$

где F_o - общая просеивающая поверхность, м².

В соответствии с технической характеристикой технологических схем часть просеивающей поверхности необходимо выделить для контроля муки

$$F_k = \frac{f_k \cdot F_o}{100}, \quad (3.11)$$

где F_k - просеивающая поверхность для контроля муки, м²;

f_k - количество просеивающей поверхности для контроля (не более 10 % от общей просеивающей поверхности), %.

Расчётное значение просеивающей поверхности для драного, шлифовочного и размольного процессов находят по формулам

$$F_{др} = \frac{F_o - F_k}{r_s + 1}, \quad (3.12)$$

где $F_{др}$ - расчётная просеивающая поверхность для драного процесса, м²;

r_s - принятое соотношение просеивающей поверхности по процессам.

$$F_{ш+p} = \frac{r_s \cdot (F_o - F_k)}{r_s + 1}, \quad (3.13)$$

где $F_{ш+p}$ - расчётная просеивающая поверхность для шлифовочного и размольного процессов, м²;

r_s - принятое соотношение просеивающей поверхности по процессам.

Величину r_s принимают: для сортовых хлебопекарных помолов от 0,8 до 1,0; для макаронных помолов от 0,7 до 0,9; для односортного 63 % ржи и 85 % пшеницы от 0,7 до 0,9, двухсортного 80 % ржи от 0,5 до 0,8 и для обдирного 87 % ржи от 0,2 до 0,4.

Суммарная просеивающая поверхность драных систем

$$F_{др} = f_1 + f_2 + \mathbf{K} + f_i + \mathbf{K} + f_n = \sum_{i=1}^n f_i, \quad (3.14)$$

где $f_1, f_2, \dots, f_i, \dots, f_n$ - площадь просеивающей поверхности первой, второй, ..., i -ой драных систем, m^2 .

Аналогично рассчитывается просеивающая поверхность шлифовочных и размольных систем - $F_{ш+р}$, m^2 .

Определив $F_{др}$ и $F_{ш+р}$ и приравняв каждое из значений к 100 %, рассчитывают просеивающую поверхность каждой системы

$$F_{i(др)} = \frac{f_i \cdot F_{др}}{100}, \quad (3.15)$$

где $F_{i(др)}$ - просеивающую поверхность i -ой системы драного процесса, m^2 ;

f_i - принятое значение площади просеивающей поверхности i -ой драной системы по отношению к $F_{др}$ и $F_{ш+р}$, %.

$$F_{i(ш+р)} = \frac{f_i \cdot F_{ш+р}}{100}, \quad (3.16)$$

где $F_{i(ш+р)}$ - просеивающую поверхность i -ой системы шлифовочного и размольного процесса, m^2 .

Распределение просеивающей поверхности в драном, шлифовочном и размольном процессах при макаронных помолах представлено в таблицах 3.9, 3.10.

Распределение просеивающей поверхности по системам технологического процесса в зависимости от вида помола показано в таблице 3.11.

По расчётному значению площади просеивающей поверхности системы подбирают число рассевов

$$n = \frac{F_i}{F_m}, \quad (3.17)$$

где n - количество рассевов, шт;

F_i - расчётное значение площади просеивающей поверхности системы, m^2 ;

F_m - площадь просеивающей поверхности рассева, m^2 .

Величина n на каждой системе должна быть кратна 1/4 при использовании четырёхприёмных рассевов и 1/6 для шестиприёмных рассевов. При расчёте и подборе рассевов необходимо использовать один типоразмер оборудования (четырёхприёмные или шестиприёмные рассевы ЗРШ-М). Общее число рассевов для мукомольного завода должно быть кратно единице.

На мукомольных заводах, оснащённых комплектным оборудованием, используют шестиприёмные рассевы РЗ-БРБ на рабочих системах и четырёхприёмные рассевы РЗ-БРВ на контроле муки. В этом случае общее число рассевов по маркам должно быть кратно единице.

Расчёт просеивающей поверхности также можно производить по частным удельным нагрузкам на отдельные системы технологического процесса

$$F_i = \frac{C_i \cdot Q \cdot 1000}{100 \cdot q_i}, \quad (3.18)$$

где C_i - количество продукта на системе из баланса, %;

Q - производительность мукомольного завода, т/сут;

q_i - частная удельная нагрузка на просеивающую поверхность системы, кг/(м²·сут).

Величину q_i принимают по таблицам 3.8, 3.9, 3.10.

Таблица 3.9 - Ориентировочные нагрузки на отсева по системам для сортовых помолов пшеницы

Наименование систем	На 1 секцию отсева, т/сут		На одну половину вальцового станка, т/сут	
	ЗРШ-4М	РЗ-БРБ	ЗМ, БВ	А1-БЗН
I драная	85-95	75-84	80-100	75-85
II драная крупная	70-80	56-63	60-90	50-65
II драная мелкая	60-70	-	60-90	50-65
III драная крупная	50-60	44-53	40-60	40-55
III драная мелкая	40-50	25-30	40-60	30-45
IV драная крупная	35-40	25-33	25-30	25-35
IV драная мелкая	30-35	32-45	30-40	20-40
V драная	20-25	-	20-30	20-30
Сортировка 1	20-25	21-30	-	-
Сортировка 2	20-25	25-45	-	-
Сортировка 3	20-25	25-36	-	-
Сортировка 4	15-20	13-36	-	-
Пересев проходов б/м	10-15	-	-	-
Шлифовка 1	30-40	25-30	30-40	20-25
Шлифовка 2	30-40	22-30	30-35	20-25
Шлифовка 3	30-40	-	30-35	-
Шлифовка 4	25-30	-	20-30	-
1 размольная	35-40	38-52	20-30	20-25
2 размольная	35-40	35-45	20-30	20-25
3 размольная	35-40	30-45	20-25	20-25
4 размольная	35-40	20-45	20-25	15-20
1 сходовая	25-30	-	18-25	-

Продолжение таблицы 3.9

Наименование систем	На 1 секцию рассева, т/сут		На одну половину вальцового станка, т/сут	
	ЗРШ-4М	РЗ-БРБ	ЗМ, БВ	А1-БЗН
5 размольная	25-30	17-23	18-25	15-20
6 размольная	20-25	16-27	14-20	15-20
7 размольная	20-25	25-36	14-20	12-18
8 размольная	15-20	25-30	12-15	12-18
9 размольная	15-20	20-27	12-15	12-18
10 размольная	-	20-27	12-15	12-18
11 размольная	-	20-25	12-15	12-18
12 размольная	-	20-25	12-15	12-18
Контроль муки	40-50	64-144	-	-

Таблица 3.10 - Ориентировочные нагрузки на рассева по системам для макаронных помолов пшеницы

Наименование систем	На 1 секцию рассева, т/сут	
	ЗРШ-4М	РЗ-БРБ
I драная	67	74
II драная	47	52
III драная крупная	30	33
III драная мелкая	30	33
IV драная крупная	21	23
IV драная мелкая	21	23
V драная крупная	15	16
V драная мелкая	15	16
VI драная крупная	12	13
VI драная мелкая	12	13
Сортировка 1	8	9
Сортировка 2	7	7
Сортировка 3	8	9
Сортировка 4	4	4
Сортировка 5	6	7
Шлифовка 1	14	16
Шлифовка 2	13	14
Шлифовка 3	17	19
Шлифовка 4	11	12
Шлифовка 5	15	17
Шлифовка 6	17	19
Шлифовка 7	12	13
Шлифовка 8	7	8
1 размольная	22	24
2 размольная	20	22
3 размольная	16	17
4 размольная	8	9
Контроль муки	17	19

Рекомендуемые средние удельные нагрузки на оборудование при сортовых помолах ржи и односортном 85 % помоле пшеницы показаны в таблице 3.8.

3.1.3 Расчёт оборудования для вымола оболочек и доизмельчителей

Для вымола оболочек используют бичевые вымольные машины.

Число оборудования на системе n , шт, рассчитывают по формуле

$$n = \frac{C_i \cdot Q}{100 \cdot q_m \cdot 24}, \quad (3.19)$$

где C_i - количество продукта к массе зерна на первой драной системе, %;

q_m - производительность оборудования, т/ч.

Количество продукта на системе принимается по данным количественного баланса.

Пневмобичевые машины, энтолейторы, деташеры, т.е. оборудование, применяемое для дополнительного измельчения после вальцовых станков, рассчитывают также как число оборудования на системе.

3.1.4 Расчёт ситовеечных машин

Оборудование для обогащения промежуточных продуктов (ситовеечные машины) рассчитывают с использованием общих и частных удельных нагрузок. Общие удельные нагрузки в таблице 3.13 изменяются в зависимости от типа помола и используются для ориентировочного определения числа ситовеечных машин n , шт

$$n = \frac{Q \cdot 1000}{q_o \cdot B_m}, \quad (3.20)$$

где q_o - общая удельная нагрузка на приёмное сито ситовеечной машины, кг/(см·сут);

B_m - ширина приёмного сита ситовеечной машины, см.

Полученные результаты округляют до целой величины.

Число ситовеечных машин на отдельных системах рассчитывают, используя частные удельные нагрузки. На величину частной удельной нагрузки оказывают влияние крупность и качество обогащаемых продуктов. В таблице 3.11 приведены удельные нагрузки для различных по крупности крупок.

При выполнении расчётов ситовеечных машин рекомендуется следующая последовательность операций:

- по технологической схеме определяют крупность и качество крупок;
- выбирают удельную нагрузку;
- по материальному балансу находят количество обогащаемого продукта.

Таблица 3.11 - Удельные нагрузки на ситовеечные машины при помолах
Размеры в кг/(см·сут)

Продукты	Хлебопекарный помол	Макаронный помол
Крупная крупка 1 качества	450-600	350-450
Средняя крупка 1 качества	350-450	250-300
Мелкая крупка 1 качества	275-350	200-250
Жёсткий дунст 1 качества	200-250	150-200

Продолжение таблицы 3.11

Продукты	Хлебопекарный помол	Макаронный помол
Мягкий дунст 1 качества	–	до 180
Крупная крупка 2 качества	400-450	250-350
Средняя крупка 2 качества	250-350	200-225
Мелкая крупка 2 качества	200-250	150-200
Жёсткий дунст 2 качества	150-200	100-150
Мягкий дунст 2 качества	–	до 135

Вначале определяют расчётную ширину приёмного сита ситовеечной машины

$$B_i = \frac{1000 \cdot Q \cdot C_i}{100 \cdot q_i}, \quad (3.21)$$

где B_i - расчётная ширина приёмного сита ситовеечной машины, см;
 C_i - количество продукта из баланса, %;
 q_i - частная удельная нагрузка, кг/(см·сут).

Число ситовеечных машин n , шт, на системе обогащения будет зависеть от марки оборудования

$$n = \frac{B_i}{B_m}, \quad (3.22)$$

где B_m - ширина приёмного сита ситовеечной машины, см. $B_m = 40$ см.

Величина n на системе должна быть кратной 1/2 при использовании двухприёмных ситовеечных машин.

**Таблица 3.12 - Производительность вальцовых станков (1/2 станка)
(производство «АНА»)**

Система	Производительность ½ вальцового станка	Тип вальцового станка	Размеры вальцов, мм
I драная система	150 т/сут	восьмивалковый	1250x250
I драная система	150 т/сут	восьмивалковый	1250x250
II драная система	150 т/сут	восьмивалковый	1250x250
II драная система	150 т/сут	восьмивалковый	1250x250
III драная крупная	65 т/сут	четырёхвалковый	1000x250
III драная мелкая	70 т/сут	четырёхвалковый	1000x250
IV драная крупная	50 т/сут	четырёхвалковый	1000x250
IV драная мелкая	60 т/сут	четырёхвалковый	1000x250
V драная крупная	40 т/сут	четырёхвалковый	1000x250
V драная крупная	50 т/сут	четырёхвалковый	1000x250
V драная мелкая	до 50 т/сут	четырёхвалковый	1000x250
1 шлифовочная система	75 т/сут	восьмивалковый	1000x250
2 шлифовочная система	75 т/сут	восьмивалковый	1000x250
1 размольная система	40 т/сут	четырёхвалковый	1000x250
2 размольная система	40 т/сут	четырёхвалковый	1000x250
3 размольная система	40 т/сут	четырёхвалковый	1000x250
4 размольная система	40 т/сут	четырёхвалковый	1000x250
5 размольная система	35 т/сут	четырёхвалковый	1000x250
6 размольная система	35 т/сут	четырёхвалковый	1000x250
7 размольная система	30 т/сут	четырёхвалковый	1000x250
8 размольная система	30 т/сут	четырёхвалковый	1000x250

Средняя удельная нагрузка на вальцовый станок фирмы «АНА» - 75-100 кг/см·сут.

**Производительность одной секции рассева для мельницы производи-
тельностью 400 тонн в сутки.**

I драная система – до 110 т/сут.

II драная система – до 85 т/сут.

III драная крупная – до 65 т/сут.

III драная мелкая – до 70 т/сут.

IV драная крупная – до 55 т/сут.

IV драная мелкая – до 65 т/сут.

V драная крупная – до 45 т/сут.

V драная мелкая – до 50 т/сут.

1 шлифовочная система – до 85 т/сут.

2 шлифовочная система – до 65 т/сут.

1 размольная система – до 45 т/сут.

2 размольная система – до 45 т/сут.

3 размольная система – до 45 т/сут.

4 размольная система – до 40 т/сут.

5 размольная система – до 40 т/сут.

6 размольная система – до 35 т/сут.

7 размольная система – до 30 т/сут.

8 размольная система – до 30 т/сут.

1 сотрировочная система – до 45 т/сут.

2 сотрировочная система – до 35 т/сут.

3 сотрировочная система (после ВМ) – до 30 т/сут.

4 сотрировочная система (после ВМ) – до 25 т/сут.

Средняя удельная нагрузка на рассев фирмы «ANA» - 1400-1600 кг/м²·сут.

3.2 Пример расчета оборудования размольного отделения мукомольного завода

Таблица 3.13 – Расчет вальцовых станков

Наименование системы	Поступило на систему		Нормальная нагрузка на 1см, кг/(см·сут)	Расчетная длина вальцовой линии, см	Фактическая длина вальцовой линии, см	Количество вальцовых станков, шт.	Фактическая нагрузка на 1см, кг/(см·сут)
	%	т/сут					
I др.+II др.	100,00	250,00	1500	167	400	1,0	1250
III др.	48,79	121,96	450	271	300	1,5	407
IV др.кр.	18,29	45,74	300	152	200	1,0	229
IV др.м.	14,28	35,71	400	89	100	0,5	357
V др.	5,09	12,72	250	51	100	0,5	127
шл.1	15,24	38,10	250	152	200	1,0	190
шл.2+шл.3	24,40	61,01	500	122	400	1,0	306
1р.с.+2р.с.	31,71	79,28	500	159	400	1,0	396
3р.с.	9,15	22,87	250	91	100	0,5	229
4р.с.	8,42	21,06	250	84	100	0,5	211
5р.с.	11,05	27,61	200	138	200	1,0	138
6р.с.	9,18	22,96	200	115	200	1,0	115
7р.с.	2,02	5,06	200	25	100	0,5	51
8р.с.	6,17	15,42	180	86	100	0,5	154
9р.с.	5,84	14,60	180	81	100	0,5	146
Итого:				1784	3000	12,0	

Фактическая нагрузка помола составила 83 кг/(см·сут).

Таблица 3.14 – Расчет рассевов

Наименование системы	Поступило на систему		Нормальная нагрузка на 1секцию, т/секц.	Расчетное количество секций, шт.	Фактическое количество секций, шт.	Просеивающая поверхность, м ²	Фактическая нагрузка на 1секцию, т/секц.
	%	т/сут					
1	2	3	4	5	6	7	8
I др.+II др.	100,00	250,00	84	3,0	4	18,80	63
III др.	48,79	121,96	47	2,6	3	14,10	41
IV др.кр.	18,29	45,74	38	1,2	2	9,40	23
IV др.м.	14,28	35,71	45	0,8	1	4,70	36
V др.	5,09	12,72	24	0,5	1	4,70	13
сорт.1	18,00	45,00	30	1,5	2	9,40	22
сорт.2	9,76	24,39	45	0,5	1	4,70	24
сорт.3	5,56	13,90	36	0,4	1	4,70	14

Продолжение таблицы 3.14

1	2	3	4	5	6	7	8
шл.1	15,24	38,10	33	1,2	2	9,40	19
шл.2+шл.3	24,40	61,01	33	1,8	2	9,40	31
1р.с.+2р.с.	31,71	79,28	33	2,4	4	18,80	20
3р.с.	9,15	22,87	45	0,5	1	4,70	23
4р.с.	8,42	21,06	45	0,5	1	4,70	21
5р.с.	11,05	27,61	23	1,2	1	4,70	28
6р.с.	9,18	22,96	27	0,9	1	4,70	23
7р.с.	2,02	5,06	36	0,1	1	4,70	5
8р.с.	6,17	15,42	30	0,5	1	4,70	15
9р.с.	5,84	14,60	27	0,5	1	4,70	15
Итого:				20,2	30	141,00	

Удельная нагрузка помола составила 1773 кг(м²/сут).

Таблица 3.15 – Расчет ситовечных машин

Наименование системы	Вид продукта	Поступило на систему, %	Нормальная нагрузка, кг/(см·сут)	Расчетная ширина сита, см	Фактическая ширина сита, см	Количество ситовечных машин, шт.	Фактическая нагрузка на 1см приемного сита, кг/(см·сут)
В1	кр.кр. I+II др.	16,00	600	66,7	80	1,0	501
В2	ср.кр. I+II др.	22,00	450	122,2	160	2,0	344
В3	ср.кр. III др.	4,88	450	27,1	40	0,5	305
В4	м.кр. I+II др.с.	9,00	300	75,0	80	1,0	282
В5	м.кр. III др.с.	3,66	250	36,6	40	0,5	229
Итого:				306,0	360	5,0	

Удельная нагрузка помола составила 694 кг/(см·сут).

4 ВЫБОР ВИДА ТРАНСПОРТА

Внутрицеховой вид транспорта на зерноперерабатывающих предприятиях проектируют в соответствии с Нормами технологического проектирования. На мукомольных заводах для перемещения зерна и продуктов его переработки используют механический и пневматический транспорт. В подготовительном отделении мукомольного завода применяют в основном механический транспорт (конвейеры, норрии), но иногда и нагнетающий пневмотранспорт, а в размольном отделении обычно используют разветвленный всасывающий пневмотранспорт.

Такое применение объясняется различием продуктов транспортирования по крупности, аэродинамическим свойствам, а также сложностью пространственного перемещения. Так, в подготовительном отделении мукомольного завода транспортирование зерна представляет собой простое горизонтальное или вертикальное перемещение, тогда как в размольном отделении зерно и продукты его переработки совершают очень сложное перемещение, а также здесь большое разнообразие продуктов переработки зерна, которые собираются по крупности вместе в один поток с различных машин.

Однако, как механический, так и пневматический виды транспорта имеют свои преимущества и недостатки. Так, к преимуществам механического транспорта относятся: простота устройства и эксплуатации; надёжность в работе; возможность транспортирования любых сыпучих продуктов. А к недостаткам - ограниченное перемещение транспортируемого продукта в пространстве, т.е. либо горизонтальное, либо вертикальное (с небольшими углами наклона). Преимущества пневмотранспорта состоят в следующем: перемещение продукта по всем направлениям; возможность направления на I драную систему зерна с повышенной влажностью; возможность установки отдельных машин на первом этаже (вальцовые станки, обочные и щёточные машины); улучшение санитарного состояния предприятия и условий труда рабочих; улучшение освещённости рабочих мест; резкое снижения залегания продукта в машинах и самотёчных трубах; устранение возможности образования клейстера внутри оборудования, в аспирационных трубопроводах и самотёчных трубах; уменьшение потребностей в производственной площади на 20...25 %; одновременно с транспортированием продукта осуществляется аспирация оборудования. К недостаткам пневмотранспорта (в сравнении с механическим транспортом) относят ограниченную возможность повышения производительности и повышенный расход электроэнергии на 1 т вырабатываемой продукции.

С целью экономии электроэнергии возможна передача продуктов измельчения после I др.с на рассев норией.

5 ПРИНЦИПЫ РАССТАНОВКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО И ТРАНСПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

5.1 Общие принципы компоновки оборудования

В мельнице технологическое оборудование, связанное между собой транспортными механизмами, представляет собой единую поточную, механизированную систему. Наилучшим будет решение, когда оборудование размещается при минимальном использовании транспортных механизмов. Это имеет особое значение для мельниц, работающих на пневматическом транспорте, где на каждый подъём зерна или промежуточных продуктов расходуется значительное количество энергии.

При размещении технологического оборудования на этажах выполняют следующие основные требования; соблюдение поточности процесса; однотипное оборудование размещают на одном этаже; обеспечивают максимальную естественную освещённость рабочих мест; соблюдают требования охраны труда, техники безопасности и максимально используют производственную площадь; выполняют требования технической эстетики; обеспечивают минимальное число транспортных механизмов и коммуникаций.

5.2 Размольное отделение

Оборудование размещают с учётом вышеизложенных требований так, чтобы промежуточные продукты перемещались по кратчайшему пути с минимальным числом транспортных механизмов.

Оборудование, выполняющее одинаковые технологические операции, целесообразно располагать на одном этаже. Опыт действующих предприятий и проектных организаций подтвердил целесообразность применения сложившейся последовательности расположения технологического оборудования в размольном отделении: на нижних этажах - измельчающие машины (вальцовые станки), на средних этажах - машины обогащения промежуточных продуктов (ситовые машины), на верхних этажах - сортирующие машины (рассевы).

Вальцовые станки обычно размещают в два, три, четыре и шесть рядов. Двух-, трёх-, и четырёхрядное расположение вальцовых станков применяют на односекционных мукомольных заводах, а на двухсекционных - по два, три ряда станков в каждой секции.

Вальцовые станки размещают в зависимости от способа забора и транспортирования продуктов измельчения. Если вальцовые станки конструктивно выполнены совместно с пневмоприёмниками (вальцовые станки типа ЗС, БВ...) и имеют верхний забор продуктов, то такое оборудование можно устанавливать на нижнем этаже здания. При нижнем заборе продуктов вальцовые станки необходимо разместить на втором этаже. В этом случае на нижнем этаже устанавливают пневмоприёмники или башмаки норий. Располагают вальцовые станки осью мелющих вальцов параллельно или

перпендикулярно продольной оси здания. При этом необходимо учитывать, чтобы приёмные и выпускные отверстия вальцовых станков не попадали на ригели или второстепенные балки перекрытия.

Вальцовые станки необходимо устанавливать на деревянные основания толщиной 90 мм, под которые кладут слой листовой резины толщиной 10 мм. Вальцовые станки можно размещать группами не свыше пяти станков в группе (включая и электродвигатели) общей длиной не более 15 м. Разрывы между шкивами вальцовых станков должны быть не менее 0,35 м. Генеральные проходы и проходы между рядами вальцовых станков принимают не менее 1,0 м.

Расसेвы размещают под этажом циклонов-разгрузителей или головок норий. В зависимости от производительности мукомольного завода расसेвы можно устанавливать в два, четыре ряда длиной осью параллельно продольной оси здания. Допускается расположение рассевов длиной осью перпендикулярно продольной оси здания. При размещении рассевов выпускные патрубки не должны попадать на балки перекрытия. Поэтому целесообразно на плане этажа показывать схему днища рассева с нанесёнными выпускными отверстиями. При установке рассевов и вальцовых станков, при их компоновке в ряды, а для вальцовых станков и в группы, стремятся, чтобы оборудование равномерно заполняло рабочую площадь пола. При этом избегают вытянутых по продольной оси производственных помещений, что затрудняет коммуникационную увязку технологического оборудования. На этаже рассевов генеральные проходы принимают не менее 1,25 м. При двухрядном продольном размещении рассевов проходы должны быть не менее 1,15 м как по короткой, так и по длинной стороне рассева. Рассевы типа РЗ-БРБ и РЗ-БРВ устанавливают с учётом высоты этажа.

Ситовеечные машины необходимо располагать под рассевным этажом. Их компоновку и распределение по системам уточняют в процессе выполнения коммуникации, при этом стараются обеспечить максимально возможную подачу продукта из рассевов в ситовеечные машины, а из них - в вальцовые станки самотёчным транспортом при минимальном числе дополнительных продуктопроводов. Ситовеечные машины устанавливают в один или два ряда. Для своего обслуживания ситовеечные машины требуют подхода с четырёх сторон. Поэтому их группами не устанавливают. Проходы между ситовеечными машинами должны обеспечивать проведение самотёчных труб между смотровыми окнами смежных ситовеечных машин. Проходы между ситовеечными машинами должны быть не менее 0,8 м.

Оборудование, применяемое для вымола оболочечных продуктов, целесообразно размещать на этаже ситовеечных машин, так как при этом уменьшается число дополнительных транспортных механизмов. Точное месторасположение вымольных машин можно определить только после выполнения проекта коммуникации материальных потоков, когда будет известно месторасположение систем рассевов. Как правило, вымольные машины устанавливают индивидуально с соблюдением регламентированных

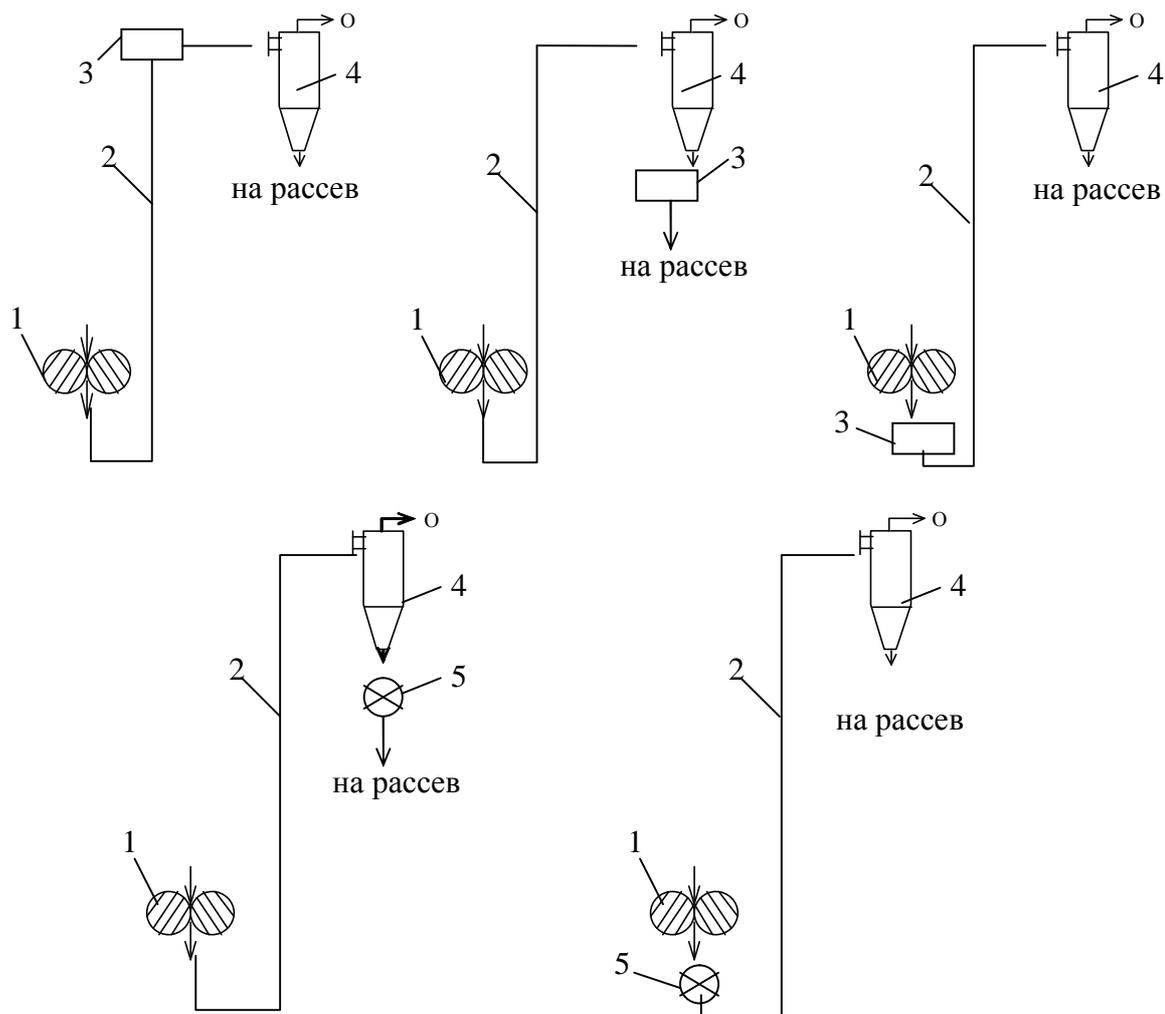
проходов, не менее 0,8 м от строительных конструкций, другого оборудования, самотёчного транспорта и материалопроводов.

Доизмельчители (энтолейторы, деташеры) можно устанавливать на этаже под вальцовыми станками или на этаже над рассевами соответствующих систем. Варианты установки энтолейторов и деташеров представлены на рисунке 5.2. Конструктивно энтолейторы и деташеры выполнены таким образом, что их можно располагать на полу, подвешивать к потолочному перекрытию или к металлической раме. Вариант установки энтолейторов и деташеров выбирают в зависимости от конкретных условий проектирования. Как правило, вопрос о размещении доизмельчителей решается после разработки проекта коммуникации, так как это оборудование устанавливают строго после конкретных систем вальцовых станков и перед спроектированными ранее системами рассевов.

Вальцовые станки, вымольные машины и другие конструкции измельчителей относятся к машинам ударного действия. Поэтому перед каждым оборудованием необходимо установка магнитных заграждений. Магнитные заграждения над вальцовыми станками располагают на полу этажа непосредственно над приёмными патрубками вальцовых станков. Над другим оборудованием магнитную защиту устанавливают после размещения основного оборудования на свободной площади верхележащего этажа. Возможна установка магнитных аппаратов на одном этаже с основным оборудованием на специальной металлоконструкции.

Циклоны-разгрузители пневмотранспортёров, пневматические коллекторы, циклоны вторичной очистки пневматических сетей необходимо располагать на верхнем этаже размольного отделения. Так как после циклонов-разгрузителей продукты, как правило, сортируют в отсевах, то их необходимо размещать таким образом, чтобы обеспечит удобную передачу продуктов самотёком в приёмные устройства отсевов. Циклоны-разгрузители устанавливают группами с приводом шлюзовых затворов от одного вала. Шлюзовые затворы находятся на металлоконструкциях. Высота рамы от уровня пола должна обеспечить удобство обслуживания и ремонта оборудования, её принимают от 0,8 до 1,2 м.

Шнеки, ленточные конвейеры, используемые для перемещения зерна, промежуточных продуктов и готовой продукции, необходимо размещать следующим образом: между параллельными конвейерами предусматривают проход не менее 1,0 м. Расстояние от стены до конвейера с одной стороны должно быть не менее 0,75 м, а с другой - не менее 0,40 м.



1 - вальцовый станок; 2 - продуктопровод; 3 - энтолейтор; 4 - циклон;
5 – деташер

Рисунок 5.2 - Варианты установки энтолейторов и деташеров

Аспирационное оборудование - фильтры ситовеечных машин, циклоны аспирационных сетей, вентиляторы необходимо размещать в непосредственной близости от обеспыливаемого оборудования, чтобы сократить протяжённость аспирационных сетей. Как правило, аспирационное оборудование размещается индивидуально с обеспечением прохода вокруг оборудования не менее 0,8 м.

Весы для учёта готовой продукции устанавливают на этаже ситовеечных машин, либо на распределительном этаже, обеспечивая требуемую освещённость счётного механизма. Бесперебойную работу автоматических весов обеспечивают и бункера, вместимость надвесового бункера должна быть более полутора, а подвесного бункера более двух вместимости весового ковша.

Пример размещения технологического оборудования размольного отделения показан в приложении Д на рисунках Д1, Д2, Д3.

6 ВНУТРИЦЕХОВАЯ КОММУНИКАЦИЯ

6.1 Назначение коммуникаций

Одним из существенных элементов проекта мельницы является проект коммуникации. Под коммуникацией следует понимать связанные самотечными трубами системы машин, транспортных механизмов и бункеров, по которым перемещаются зерно и промежуточные продукты в порядке, предусмотренном схемой технологического процесса.

Тщательная проработка коммуникаций приобретает особенно большое значение для мельниц с пневматическим транспортом, где необходимо сокращать количество так называемых перекидных вертикальных материалопроводов, уменьшать их высоту и сокращать длину горизонтальных участков.

Коммуникацию размольного отделения мельницы разрабатывают после предварительного размещения технологического, аспирационного и пневмотранспортного оборудования.

В процессе разработки коммуникаций уточняют положение машин, разгрузителей пневмотранспортной системы, а также определяют количество и расположение основных и передаточных транспортных механизмов. При тщательной проработке коммуникаций в результате выбора наиболее целесообразно расположение систем, а в необходимых случаях в результате перемещения машин и незначительных изменений схемы технологического процесса, максимально уменьшают количество передаточных механизмов и особенно материалопроводов пневматического транспорта. При этом особое внимание следует уделить продуктам, которых по балансу помола получается большое количество.

6.2 Состав проекта коммуникаций

Проект коммуникаций состоит из графической и описательной частей. В графическую часть входят продольные и поперечные разрезы отделения мельницы, на которых показано технологическое и аспирационное оборудование. На чертежах наносят линии, обозначающие самотечные трубы и номера их в последовательном порядке получения продуктов в схеме технологического процесса.

Описательная часть коммуникаций состоит из ведомости движения продуктов, которая представлена в таблице 6.1, в неё записывают под теми же номерами продукты, поступающие и выходящие из машины, с указанием вида транспортных механизмов и номеров разгрузителей, приёмных устройств и норий.

Таблица 6.1 - Ведомость движения продуктов

Сис-темы	Про-дук-ты	Перемещение продуктов		Способ перемещения				Угол наклона самотёчной трубы, град		Этаж про-верки
		с системы, машины, самотёчной трубы	на систему, машину, в самотёчную трубу	самотёчной трубой №	продуктопроводом №	но-рией №	кон-вейером №	мини-мально-допустимый	факти-ческий	

Для разработки проекта коммуникаций необходимо нанести на продольный и поперечный разрезы технологическое оборудование, место входа и выхода продуктов из машин, а для размольного отделения предварительно наметить расположение систем (драных, размольных, ситовеечных).

Размещение оборудования до разработки проекта коммуникаций не является окончательным и может быть изменено, если перемещение той или иной машины позволит довести до необходимой величины угол наклона самотечной трубы или избежать установки передаточного транспортного механизма.

6.3 Проектирование коммуникаций

Внутрицеховой вид транспорта на зерноперерабатывающих предприятиях проектируют в соответствии с нормами технологического проектирования. В подготовительном отделении мукомольного завода на комплектном оборудовании применяют гравитационный и нагнетающий пневмотранспорт зерна, а в размольных отделениях - гравитационный и всасывающий пневмотранспорт. Транспортирование муки и отрубей на контроль и в бункера бестарного хранения рекомендуется осуществлять нагнетающим пневмотранспортом.

В процессе разработки чертежей коммуникаций для увеличения угла наклона самотечных труб иногда бывает необходимо изменить расположение отверстий для вывода продукта из машины. Самотечные трубы от машины к машине проводят согласно схеме технологического процесса под фактическим углом, который должен быть больше минимально допустимого угла. Каждую самотечную трубу проектируют в поперечном и продольном разрезах и проставляют её номер, угол наклона, этаж проверки в ведомости движения продуктов.

Особое внимание следует уделять взаиморасположению рассевов, ситовеечных машин. Ряд ситовеечных машин следует располагать относительно ряда рассевов так, чтобы на чертежах поперечного разреза самотечные трубы для крупок и дунстов (поступающих на ситовеечные машины) имели максимальный угол наклона.

Для того, чтобы система самотечных труб не загромождала проход и не мешала обслуживанию оборудования, при разработке коммуникации необходимо соблюдать следующие правила. Самотечные трубы по возможности располагают в одной плоскости; в поперечном разрезе трубы размещают одну за другой и проектируют в виде одной линии (с несколькими номерами), которая является как бы основной линией самотёка. При этом одинаковые продукты объединяют под рассевами и ситовечными машинами в месте выхода продукта.

Уклоны самотечных труб принимают по таблице 6.2.

Таблица 6.2 - Минимальные углы наклона самотёчных труб

Продукты	Углы, град
Зерно:	
сухое (влажностью до 15 %)	45
после моечных и увлажнительных аппаратов (влажность свыше 15 %)	60
Продукты:	
первой драной системы	55
второй драной системы	54
третьей, четвёртой драных систем	56
пятой, шестой драных систем	58
Крупка:	
крупная	45
средняя	45
мелкая	48
Дунст:	
жёсткий	50
мягкий	56
Относы ситовечных машин	65
Схода вымольных систем:	
верхние	45
нижние	50
Отруби:	
крупные и средние	55
мелкие	56
Мучка	65
Продукты размольных систем	54
Схода размольных систем:	

Продолжение таблицы 6.2

Продукты	Углы, град
верхние	50
нижние	52
Мука в/с, 1 с, 2 с:	60
крупчатка	47
манная крупа	45
мука обойная	47
Куколь	38
Овсяг	45
Отходы сепараторов, обоечных и щёточных машин	50
Оболочки после шелушителей типа ЗШН	65
Пыль:	
фильтров и батарейных циклонов размольного отделения	60
чёрная из зерноочистительного отделения	65
белая	60

При проектировании рекомендуется принимать величину углов на 3-5°(в зависимости от продукта, который транспортируется) больше указанных в таблице, так как при установке самотёчных труб возможны некоторые отклонения в размерах здания и расположения оборудования. Слишком большие углы наклона самотёчных труб также нежелательны; с увеличением угла наклона возрастает скорость движения продукта, а это вызывает пыление через лючки и неплотности в трубах.

При установке самотёчных труб нельзя уменьшать установленные нормами проходы между машинами. В связи с этим не следует располагать трубы между вальцовыми станками и между рассевами. Если этого нельзя избежать, то проходы определяют от самотёчных труб до машин. Нельзя также размещать самотёчные трубы в непосредственной близости от оборудования, что может ухудшить условия обслуживания машин.

При разработке проекта коммуникаций часто бывает необходимо расположить трубы около машин, поэтому здесь можно допустить следующие исключения. Самотёчные трубы около ситовеечных машин можно расположить при условии оставления прохода между трубами не менее 0,8 м. При этом самотёчные трубы следует располагать вертикально на высоте не менее 2 м и в промежутках между смотровыми окнами машины.

При необходимости самотёчные трубы могут быть установлены около машин и транспортных механизмов со стороны, не требующей обслуживания (при отсутствии и в месте установки самотёчной трубы смотровых окон и регулирующих устройств). К таким машинам, кроме ситовеечных машин,

можно отнести: зерноочистительные машины, магнитные колонки, циклоны, норийные трубы, шнеки, а также бураты и центрофугалы, с одной продольной стороны которых может быть установлено в промежутках между съёмными дверками не более трёх труб.

Самотёчные трубы, располагаемые у окон, должны находиться на расстоянии, позволяющем очищать стёкла и открывать фрамуги. При размещении самотёчных труб у групп норий или вертикальных материалопроводов трубы на высоте до 2 м от пола не должны перекрывать проходы между нориями, закрывать смотровые люки норий.

Следует учитывать, что в мельницах с пневматическим транспортом самотёчные трубы являются также и воздухопроводящими каналами, так как по ним вместе с продуктом в приёмное устройство пневматической сети поступает воздух, отсасываемый из машины. Таким образом, самотёчные трубы в этом случае являются и воздухопроводами, что повышает требования к герметичности.

Особенность коммуникаций продуктов размола зерна на мукомольном заводе состоит в следующем: общее число вертикальных транспортных механизмов (продуктопроводов) в размольном отделении мукомольного завода складывается из основных и дополнительных. Основными транспортными механизмами являются те, которые перемещают продукт после вальцовых станков в рассевы, подают промежуточные продукты в сортировочные системы и перемещают в требуемом направлении готовую продукцию. Другие продуктопроводы, перемещающие продукт из одной машины в другую, именуют дополнительными (перекидными).

Общее число вертикальных транспортных механизмов, применяемых в размольном отделении, можно определить по формуле

$$n = n_{др} + n_c + n_{шл} + n_p + n_{км} + n_o + n_{крм} + n_{дон}, \quad (6.1)$$

где $n_{др}$ - число драных систем, шт;

n_c - число сортировочных систем, шт;

$n_{шл}$ - число шлифовочных систем, шт;

n_p - число размольных и сходовых систем, шт;

$n_{км}$ - число продуктопроводов для контроля муки по сортам, шт;

n_o - число продуктопроводов для отрубей, шт;

$n_{рм}$ - число транспортных механизмов для манной крупы, шт;

$n_{дон}$ - число дополнительных продуктопроводов, шт.

Число рядов продуктопроводов зависит от выбранного варианта расположения вальцовых станков и рассевов. Целесообразно, чтобы каждый ряд вальцовых станков обслуживался своим рядом продуктопроводов, которые могут быть расположены около продольных стен и в середине здания.

После нанесения на продольные и поперечные разрезы всех самотёчных труб необходимо убедиться в том, что разработанный вариант коммуникации является приемлемым по количеству запроектированных передаточных транспортных механизмов. Об этом можно судить по количеству передаточных материалопроводов и шнеков, дополнительно установленных из-за

недостаточного уклона самотёчных труб для промежуточных продуктов и готовой продукции.

В размольном отделении мельницы сортового помола пшеницы производительностью от 120 до 250 т/сут может быть допущено использование не более 15 % передаточных материалопроводов от их общего количества и не более 25 % длины передаточных шнеков от общей длины всех установленных шнеков.

Для нахождения истинного угла наклона самотёчной трубы пользуются номограммами Тюменева или Левятина.

Номограмма Тюменева имеет две взаимно пересекающиеся сетки лучей углов в пределах от 20 до 90° с интервалом 1° с вершинами в левой и правой нижних частях номограммы на рисунке 6.1.

На пересечении лучей углов проведены кривые, каждая из которых соответствует определённому углу наклона трубы со шкалами на ординатах номограммы. При определении фактического угла наклона самотёчной трубы измеряют в градусах угол между осью трубы в поперечной α и продольной b проекциях и горизонтальной плоскости. Величины углов откладывают на угловых шкалах номограммы. Точка пересечения лучей углов a и b принадлежит кривой, показывающей фактический угол наклона самотёчной трубы.

Пример. При $a = 53^\circ$ и $b = 70^\circ$ точка пересечения лучей этих углов принадлежит кривой, показывающей фактический угол наклона самотёчной трубы 50° - точка Р на номограмме.

Номограмма Левятина представляет собой две взаимно перпендикулярные координатные линии со шкалами в градусах на рисунке 6.2.

При пользовании номограммой угол α откладывают по оси ординат, а угол β - по оси абсцисс. Полученные точки соединяют пунктирной линией. Затем отрезок, численно равный длине пунктирной линии, откладывают от начала координат по ординате.

Точка, отсекаемая вторым концом отрезка на ординате, показывает величину фактического угла наклона самотёка.

Пример. При углах $a = 29^\circ$ и $b = 54^\circ$ фактический угол наклона самотёчной трубы равен 27° - точка А на диаграмме.

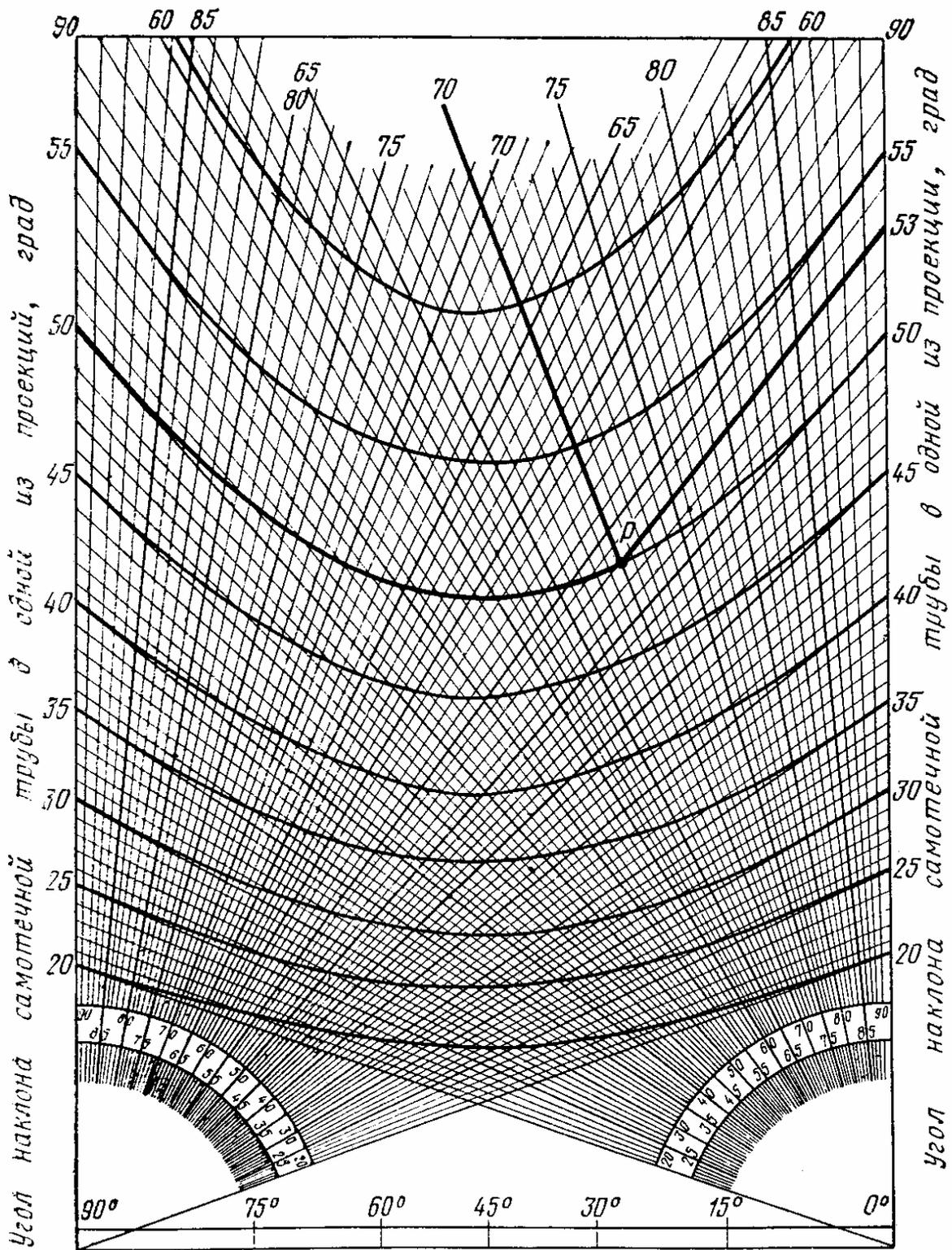


Рисунок 6.1 – Номограмма Тюменева

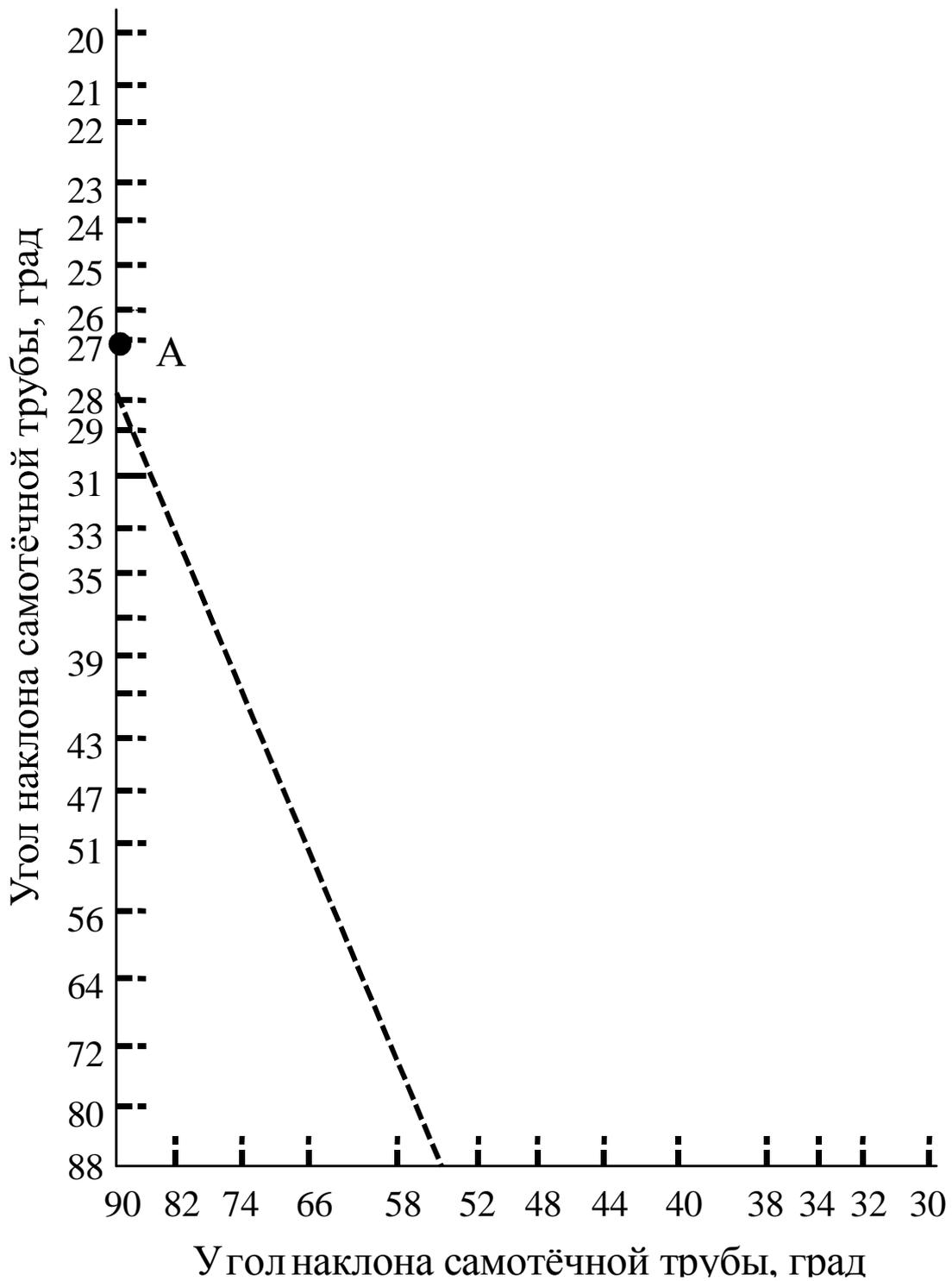


Рисунок 6.2 - Номограмма Левятина

7 АСПИРАЦИЯ

Аспирационные установки зерноперерабатывающих предприятий выполняют технологические функции в ряде машин, а также локализуют источники пылевыделения посредством отсоса воздуха от оборудования и создания в нем разряжения, а также отвода тепла и влаги из оборудования и самотеков. Аспирация оборудования способствует созданию комфортных условий работы обслуживающего персонала.

В соответствии со стандартом установлены следующие нормы предельно допустимых концентраций (ПДК): в воздухе рабочих зон элеваторов, зерноочистительных отделений зерноперерабатывающих предприятий, семяочистительных и комбикормовых заводов - 4 мг/м^3 , в размольных и выборных отделениях мукомольных заводов, в шелушильных и выборных отделениях крупяных заводов - 6 мг/м^3 .

В зависимости от ПДК рабочих зон строительные нормы и правила «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» (СНиП) устанавливают предельно допустимое содержание пыли в выбросах в аспирационных и пневмотранспортных установках в атмосферу: 60 мг/м^3 при ПДК 4 мг/м^3 и 100 мг/м^3 при ПДК 6 мг/м^3 . Аспирационные установки необходимо проектировать в строгом соответствии с «Указаниями по проектированию аспирационных установок предприятий по хранению и переработке зерна и предприятий хлебопекарной промышленности» утверждены Приказом Минсельхозпрода РФ от 26 марта 1998г. № 169. Введены в действие с 1 мая 1998г.

7.1 Методика проектирования аспирационных установок

К проектированию аспирационных установок приступают после размещения технологического и транспортного оборудования в производственных помещениях предприятия с указанием его назначения и характеристики. В процессе проектирования аспирационных установок необходимо учитывать требования технологического процесса, нормы технологического проектирования, условия эксплуатации аспирационных установок, строительные нормы и правила проектирования, правила техники безопасности и производственной санитарии. Оборудование аспирационных установок размещают в производственных помещениях зерноперерабатывающих предприятий на свободных местах с соблюдением указанных требований.

Отдельные аспирационные установки компонуют с соблюдением следующих условий:

- объединяют в одну и ту же установку обеспыливание одновременно работающих машин и механизмов;
- объединяют в одну установку обеспыливание оборудования, обрабатывающее либо перемещающее однородный по качеству продукт;

- прокладывают максимально возможное число вертикальных воздуховодов и особенно на участке от машины (механизма) до пылеотделителя;

- располагают горизонтальные участки на одном уровне, параллельно строительным конструкциям здания;

- проектируют минимальную протяжённость воздуховодов;

- предусматривают воздуховоды, как правило, круглого сечения;

- блокируют электродвигатели вентиляторов и фильтров с электродвигателями технологического и транспортного оборудования данной установки таким образом, чтобы пуск вентиляторов и фильтров осуществлялся раньше пуска указанного оборудования на 15 с, а их остановка происходила через 30 с после остановки оборудования во избежание интенсивного пылевыделения при пуске и остановке оборудования;

- предусматривают для уменьшения шума и вибрации вентиляторов звукопоглощающие и виброгасящие устройства.

Особенностью проектирования аспирационных установок мукомольных заводов является использование технологического принципа компоновки аспирационных установок, при котором машины и транспортные механизмы компонуют в различные аспирационные установки, так как качество пыли и лёгких примесей, уносимых воздухом и получаемых в аспирационных установках, различно. На мукомольных заводах, использующих пневматический транспорт для зерна и продуктов его размола, аспирацию технологического и транспортного оборудования, соединённых самотеками приёмными и выпускными устройствами пневмотранспорта, не применяют.

Оборудование, не имеющее соединений самотеками с приёмными устройствами пневматического транспорта обеспыливают через аспирационные установки либо подключают через местные отсосы к приёмным устройствам пневмотранспортных установок путём подбора соответствующей скорости воздуха в этих ответвлениях.

Дисковые триеры, электромагнитные сепараторы и автоматические весы аспирируют только через местные отсосы подключением их к аспирационным либо пневмотранспортным установкам. Воздушно-ситовые сепараторы и камнеотделительные машины иногда аспирируют отдельными аспирационными установками. Аспирационные установки выбойных отделений проектируют с учётом одновременности и равномерности работы весовых аппаратов. Расход воздуха в установке до пылеотделителя определяют по максимальному числу одновременно работающих аппаратов.

Для снижения общего объёма воздуха в производственных помещениях и устранения вакуума рекомендуется применять организованный подвод наружного воздуха к технологическим машинам. При этом приточные системы должны обеспечивать постоянство параметров воздушной среды в помещениях (давление, температура, относительная влажность, запылённость), соответствующих санитарным нормам этих помещений.

7.2 Методика расчета вентиляционной сети

7.2.1 Компоновка вентиляционной сети и составление компоновочной таблицы

Скомпоновать вентиляционную сеть, означает провести объединение оборудования в отдельные централизованные сети или сети, работающие как местные установки. При проведении компоновки проектировщику следует руководствоваться следующими основными принципами:

- геометрической простоты и минимальной протяженности:

а) в одну сеть включают по возможности близко расположенное оборудование;

б) объединение желательно вести в вертикальном направлении;

- технологический – в одну сеть объединяется оборудование, при работе которого выделяется однородная по составу пыль;

- температурный – температура воздуха в рабочем пространстве машин должна быть приблизительно одинакова;

- одновременности работы оборудования;

- эксплуатационной надежности:

а) количество точек отсоса не более 10 – 12;

б) машины с регулируемым режимом воздушного потока проектируют как местные сопротивления.

На каждую вентиляционную сеть, составляется компоновочная таблица.

В ней отражается:

- наименования и марки аспирируемых машин;

- количество однотипных машин и их место расположение;

- объем воздуха на аспирацию отдельных машин;

- потери давления в машине;

- задачи аспирации той или иной машины.

В соответствии с принципами компоновки заполняется таблица компоновки вентиляционной сети в таблице 7.1.

Таблица 7.1 - Компоновочная таблица сети

Наименование и марки аспирируемых машин	Этаж установки	Количество однотипных машин	Объем воздуха на аспирацию Q, м ³ /ч		Потери давления в машине Н _м , Па	Цель аспирации машины
			от одной машины	от всех машин		
1	2	3	4	5	6	7
Бурат ЦМБ-3	2	1	360	360	50	Санитарно-гигиеническое, технологическое

Продолжение таблицы 7.1

1	2	3	4	5	6	7
Аспирационная колонка АК-500	4	1	1240	1240	80	Санитарно-гигиеническое, взрывобезопасное
Магнитная колонка БКМЗ-7	3	2	480	960	80	Санитарно-гигиеническое, взрывобезопасное

Итого: общий объем воздуха $Q_{общ}$, м³/ч отсасываемый от всех аспирируемых машин

$$Q_{общ} = S Q_m, \quad (7.1)$$

где Q_m – объем воздуха, отсасываемый от аспирируемой машины, м³/ч.

7.2.2 Подбор пылеотделителя к сети

В аспирационных сетях зерноперерабатывающих предприятий для очистки воздуха применяются в основном центробежные пылеотделители – циклоны различных марок и всасывающие фильтры. Вид пылеотделителя принимается в зависимости от типа выбранной сети и характеристики пыли.

Так, в подготовительных, размольных и выбойных отделениях мельниц в сетях с выбросом воздуха в атмосферу применяют всасывающие фильтры РЦИЭ, что уменьшает взрыво- и пожароопасность мельниц.

7.2.2.1 Подбор фильтра-циклона к сети

Рассчитывается объем воздуха Q_o^c , м³/ч подлежащий очистке в фильтре-циклоне

$$Q_o^c = 1,05 \cdot Q_n^c, \quad (7.2)$$

где 1,05 – коэффициент, учитывающий нормативный подсос воздуха по длине воздуховодов;

$Q_n^c = Q_{общ}$ – полезный расход воздуха в сети, м³/ч.

Рассчитывается необходимая площадь фильтрующей поверхности $F_{фф}$, м²

$$F_{фф} = \frac{Q_o^c}{q_{дон}}, \quad (7.3)$$

где $q_{дон}$ – допустимая удельная нагрузка на фильтровальную ткань, м³/(м²·ч);

$q_{дон} = 420 \div 480$ м³/(м²·ч) (для фильтров типа РЦИ).

По проектным нормам выбирается фильтр-циклон с $F_{фф}$ близкой к расчетной.

Рассчитывается фактическая удельная нагрузка $q_{\phi\phi}$, $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$, на фильтрующую ткань

$$q_{\phi\phi} = \frac{Q_o^c}{F_{\phi.cm}}, \quad (7.4)$$

где $F_{\phi.cm}$ – площадь фильтрующей поверхности выбранного стандартного фильтра;

$q_{\phi\phi}$ – фактическая удельная нагрузка на фильтрующую ткань.

Рассчитываются потери давления H_{ϕ} , Па в фильтре-циклоне

$$H_{\phi} = 10^2 \cdot q_{\phi\phi}^{1,3}, \quad (7.5)$$

где $q_{\phi\phi}$ – фактическая скорость фильтрации, м/мин.

7.3 Предварительный подбор вентилятора к сети

7.3.1 Рассчитывается объем воздуха Q_b , $\text{м}^3/\text{ч}$ перемещаемый вентилятором к сети

$$Q_b = Q_n^c + \Delta Q_{\text{дл}} + \Delta Q_{\text{п/о}}, \quad (7.6)$$

где Q_n^c – полезный расход воздуха в сети, $\text{м}^3/\text{ч}$;

$Q_{\text{дл}}$ – объем воздуха подсасываемого по длине, $\text{м}^3/\text{ч}$;

$Q_{\text{п/о}}$ – объем воздуха подсасываемого в пылеотделителе, $\text{м}^3/\text{ч}$.

$$Q_{\text{дл}} = 5\% \cdot Q_n^c,$$

$$Q_{\text{п/о}} = 5\% \cdot Q_n^c.$$

7.3.2 Давление H_b , Па развиваемое вентилятором в сети, принимается ориентировочно:

$$H_b = 1500 \div 1800 \text{ Па}$$

7.3.3 Рассчитывается коэффициент быстроходности $n_{y \text{ рас}}$, мин^{-1}

$$n_{y \text{ рас}} = 5,3 \frac{Q_b^{0,5}}{H_b^{0,75}} \cdot n, \quad (7.7)$$

где n – частота вращения, мин^{-1} .

7.3.4 Выбирается серия вентилятора с таким расчетом, чтобы

$$n_{y \text{ рас}} \leq n_{y \text{ этал}}.$$

7.3.5 Используя аэродинамические характеристики вентиляторов, находят рабочую точку вентилятора и определяют его параметры.

7.4 Расчет вентиляционной сети

Целью расчета вентиляционной сети является выполнение следующих задач:

- уточнение диаметров воздухопроводов на отдельных участках сети.
- определение потерь давления на участках сети.
- определение потерь давления по главному магистральному направлению сети.

- подбор вентилятора к сети, расчет мощности на привод вентилятора и выбор привода вентилятора.

Расчет вентиляционной сети ведут, основываясь на расчетной плоскостной схеме сети на рисунок 7.1.

7.4.1 Оформление расчетной плоскостной схемы сети

Плоскостной схемой сети называется развертка сети на плоскости, выполненная в произвольном масштабе. Схемы делятся на расчетные и плоскостные.

Расчетная схема должна иметь все данные, необходимые для выполнения расчета сети.

Расчетная плоскостная схема сети оформляется в следующей последовательности:

- аспирируемые машины изображаются на схеме в виде прямоугольников, рядом с которыми указываются:

- а) наименование и марка аспирируемой машины;
- б) объем воздуха на аспирацию машины – Q_m , м³/ч;
- в) потери давления в машине – H_m , Па.

- сеть разбивается на отдельные участки.
- выбирается главное направление сети (главная магистраль).
- производится нумерация участков сети.
- наносятся на расчетную плоскостную схему длины участков.
- на расчетную плоскостную схему наносятся характеристики местных сопротивлений.

Пример оформленной расчетной плоскостной схемы показан на рисунке 7.2.

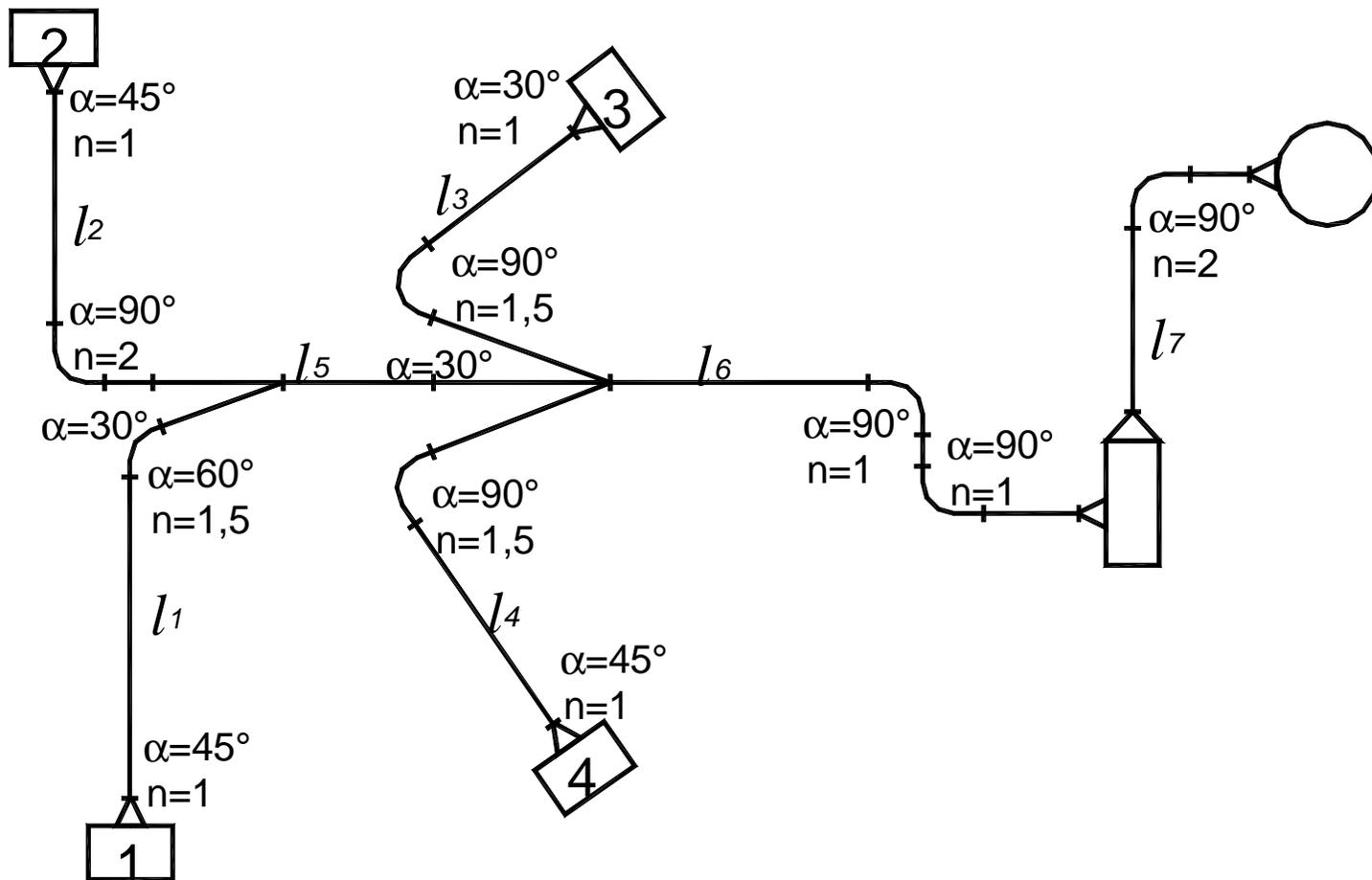


Рисунок 7.1 - Исходная расчетная плоскостная схема сети

7.4.2 Выбор метода расчета вентиляционной сети

В настоящее время известны 4 метода расчета вентиляционных сетей:

- метод расчета потерь давления на единицу длины;
- метод полных давлений;
- метод динамических давлений;
- метод эквивалентных отверстий.

Выбирается метод расчета потерь давления на единицу длины. В его основу положено следующее уравнение

$$H_{nm} = R \cdot l + \sum x \cdot H_0, \quad (7.8)$$

где H_{nm} – потери давления на участке сети, Па;

R – коэффициент сопротивления на единице длины, Па/м;

l – длина участка, м;

$\sum x$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений на данном участке;

H_0 – величина динамического давления, Па.

Коэффициент сопротивления на единице длины R , Па/м, рассчитывается по формуле

$$R = 0,013 \cdot \frac{V^{1,75}}{D^{1,25}}, \quad (7.9)$$

где D – диаметр воздуховода, м;

V – скорость воздуха, м/с.

7.4.3 Составление основных расчетных таблиц

Основными расчетными таблицами являются таблица расчета потерь давления по главной магистрали в таблице 7.2 и таблица коэффициентов местных сопротивлений в таблице 7.3.

7.4.4 Расчет сети

7.4.4.1 Расчет потерь давления на отдельных участках сети

Начиная расчет вентиляционной сети, на участках, идущих от аспирируемых машин, назначают скорость движения воздуха, используя понятия надежно транспортирующей скорости воздуха.

Величина этой скорости зависит от дисперсного состава пыли перемещаемой в сети и принимается по таким рекомендациям:

$V \geq (14 \div 16)$ м/с – для сетей, в которых перемещается крупная пыль;

$V \geq (12 \div 14)$ м/с – для сетей, в которых перемещается среднедисперсионную пыль;

$V \geq 10$ м/с, - для сетей, в которых перемещается мелкодисперсную лучшую пыль.

На последних участках сети скорость воздуха должна быть несколько выше скорости воздуха на предыдущем участке, вплоть до пылеотделителя.

Скорость воздуха на участке после пылеотделителя для всех типов сетей можно принимать в пределах от 10 до 11 м/с.

Диаметр воздухопроводов на участках сети должен быть по возможности принят из ряда стандартных диаметров.

При расчете сетей на участке перед вентилятором следует учесть объем воздуха подсасываемого при работе сети в местах фланцевых соединений.

Диаметр воздухопровода после тройника следует принимать учитывая условия стандартности тройника.

Расчет потерь давления на отдельных участках сети ведут по формуле (7.12).

7.4.4.2 Выравнивание потерь давления в тройниках

Для нормальной работы вентиляционной сети необходимо в процессе расчета добиться выполнения следующего равенства

$$\sum H_{nm_n} = \sum H_{nm_\delta} \quad (7.10)$$

где $\sum H_{nm_n}$ – потери давления по прямому направлению тройника, Па;

$\sum H_{nm_\delta}$ – потери давления в боковом ответвлении, Па.

Для выравнивания потерь давления в тройнике используют два метода:

- уменьшение диаметра бокового ответвления;
- увеличение сопротивления на участке путем установки дополнительного местного сопротивления (диафрагма, шайба).

7.4.4.3 Метод выравнивания потерь давления в тройнике путем уменьшения диаметра бокового ответвления

При уравнивании потерь давления по этому методу искомый диаметр ответвления D' , мм можно определить, используя формулу Кострюкова В.Ф.

$$D' = D \cdot \sqrt[4]{\frac{\sum H_{nm_\delta}}{\sum H_{nm_n}}}, \quad (7.11)$$

где D – первоначальный диаметр ответвления, мм.

При выравнивании по данному методу допускаемое расхождение составляет $\pm 5\%$ от меньшей цифры.

Определяется разница в потерях давления в ответвлениях тройника

$$\Delta H = \sum H_{nm_n} - \sum H_{nm_\delta} \quad (7.12)$$

Рассчитывается коэффициент сопротивления шайбы (диафрагмы)

$$x_{ш} = \frac{\Delta H}{H_{\delta_6}}, \quad (7.13)$$

где H_{δ_6} – динамическое давление в боковом ответвлении тройника, Па.

Используя номограмму, определяют отношение y/D или d/D ,

где y – размер диафрагмы, мм;

d – внутренний диаметр шайбы, мм.

Рассчитываются размеры шайбы (диафрагмы), то есть d или y .

7.5 Окончательный подбор вентилятора к сети

Вентилятор к сети подбирается по объему перемещаемого воздуха Q_6 , м³/ч и развиваемому давлению H_6 , Па.

Объем воздуха перемещаемый вентилятором в сети

$$Q_s = Q_n^c + \Delta Q_{\partial l} + \Delta Q_{n/o}, \quad (7.14)$$

где Q_n^c – полезный расход воздуха в сети, м³/ч;

$\Delta Q_{\partial l}$ – объем воздуха, подсасываемый по длине воздуховода, м³/ч;

$\Delta Q_{n/o}$ – объем воздуха, подсасываемый в пылеотделителе, м³/ч.

$$\Delta Q_{\partial l} = Q_n^c \cdot L_{\partial l} \cdot \delta / 100, \quad (7.15)$$

где $L_{\partial l}$ – общая длина всех воздуховодов на всасывающей линии сети, м;

δ – коэффициент подсоса воздуха на 1 м длины, %/м.

Коэффициент δ для сетей подготовительных отделений мельниц, комбикормовых заводов и крупозаводов рекомендуется принимать равным 0,15 %/м.

Давление, развиваемое вентилятором H_6 , Па

$$H_6 = 1,1 H_c, \quad (7.16)$$

где H_c – сопротивление всей аспирационной сети, Па;

1,1 – коэффициент запаса, даваемый на неучтенные в процессе расчета потери давления.

$$H_c = H_{3\partial} + H_{\text{маг}}, \quad (7.17)$$

где $H_{3\partial}$ – величина разряжения, образующегося в здании при работе сети, Па.

$$H_{3\partial} = 30 - 50 \text{ Па};$$

$$H_{\text{маг}} = H_{\text{маш}} + H_{\text{нмI}} + H_{\text{нмII}} + H_{\text{нмIII}} + H_{\text{нмIV}} + H_{\text{нм n/o}}; \quad (7.18)$$

Рассчитывается коэффициент быстроходности вентилятора

$$n_{y.\text{расч}} = 5,3 \cdot \frac{Q_s^{0.5}}{H_6^{0.75}} \cdot n, \quad (7.19)$$

Выбирается серию вентилятора с таким расчетом, чтобы $n_{y.\text{расч}} \leq n_{y.\text{эт}}$.

Накладывая характеристику сети на характеристику вентилятора, определяется рабочая точка вентилятора в сети и параметры его работы:

h_6 – к.п.д. вентилятора;

n_6 – частота вращения рабочего колеса вентилятора;

$h_{\text{макс}}$ – максимально возможный к.п.д. вентилятора.

Проверяется выполнение условий правильности подбора вентилятора к сети:

- к сети должен быть подобран вентилятор с меньшим номером;
- рабочая точка должна быть расположена правее линии $h_{\text{макс}}$;
- к.п.д. выбранного вентилятора должен быть $h_6 \geq 0,9 \cdot h_{\text{макс}}$.

7.6 Расчет мощности на привод вентилятора и выбор привода

7.6.1 Рассчитывается мощность на валу вентилятора N_6 , кВт

$$N_6 = \frac{Q_6 \cdot H_6}{1000 \cdot h_6}, \quad (7.20)$$

7.6.2 Рассчитывается мощность электродвигателя N_9 , кВт, для привода вентилятора

$$N_9 = k \frac{N_6}{h_1 h_2}, \quad (7.21)$$

где h_1 – к.п.д. подшипников вентилятора;

h_2 – к.п.д. клиноременной передачи;

k – коэффициент запаса мощности.

7.6.3 Для привода вентилятора подбирается электродвигатель определенной серии по нормальям

7.6.4 По частоте вращения электродвигателя и вентилятора рассчитывается передаточное число

$$i = \frac{n_6}{n_9}, \quad (7.22)$$

7.6.5 Подбираем шкивы:

d_1 - ведомый шкив на валу вентилятора;

$d_2 = d_1 \cdot i$ - ведущий шкив на валу вентилятора.

В таблице 7.2 представлен расчёт потерь давления по главной магистрали.

Таблица 7.2 - Таблица расчета потерь давления по главной магистрали

Наименование аспирационных машин и номера участков	Q, м ³ /ч	V, м/с	D, мм	R, Па/м	l, м	R · l, Па	Σξ,	H _д , Па	Σξ·H _д , Па	H _{пт} Па	H _{пт к.у.} , Па	H _{маг} , Па
АК-500	1240									80		
Участок I	1240	13,5	180	10,3	3,4	35	0,34	109,4	37,2	72,2	152,2	152,2
Участок II	1600	14,1	200	10,3	2,1	21,6	0,45	119	53,7	75,3	227,5	227,5
Участок III	2560	14,5	250	7,95	1,9	15,1	0,49	126,2	62	77,1	304,6	304,6
Участок IV	2560	14,5	250	7,95	7,5	59,6	0,30	126,2	37,8	97,5	402,1	402,1
РЦИ6,9-16	2688									1138		
ЦМБ-3	360									50		
Участок 1	360	12,7	100	19,8	2,7	53,5	0,18	96,8	17,4	70,9	121	152,2
Расчет дополнительного сопротивления (диафрагмы) на 1 участке: $DH = 152,2 - 121 = 31,2$, Па; $x_d = 0,32$; $y/d = 0,48$; $y = 48$ мм.												
БКМЗ-7	480									80		
Участок 2	480	14	110	21	2,9	60,9	0,44	117,6	51,7	112,6	192,6	227,5
Расчет дополнительного сопротивления (диафрагмы) на 2 участке: $DH = 227,5 - 192,6 = 34,9$, Па; $x_d = 0,29$; $y/d = 0,25$; $y = 25$ мм.												
БКМЗ-7	480									80		
Участок 3	480	14	110	21	2,9	60,9	0,42	117,6	49,4	110,3	190,3	227,5
Расчет дополнительного сопротивления (диафрагмы) на 3 участке: $DH = 227,5 - 190,3 = 37,2$, Па; $x_d = 0,31$; $y/d = 0,26$; $y = 26$ мм.												

В таблице 7.3 приведены коэффициенты местных сопротивлений

Таблица 7.3 – Таблица коэффициентов местных сопротивлений

№ участков	Наименование и характеристика местных сопротивлений																	$\Sigma \xi$ на участке
	Конфузор			<i>Диффузор</i>			<i>Отвод</i>				Тройник							
	α	n	ξ_k	α	n	ξ_d	кол.	α	n	ξ	кол.	α	D_n/D_6	F_n/F_6	V_6/V_n	ξ_n	ξ_6	
Участок I	45	1	0,09					90	2	0,15		30	≈ 2	≈ 4	≈ 1	0,1	-	0,34
Участок II												30	≈ 1	≈ 1	≈ 1	0,45	-	0,45
Участок III	37	1,5	0,112				2	90	1	0,19								0,49
Участок IV	84	2,5	0,034	34	1,5	0,116		90	2	0,15								0,3
Участок 1	45	1	0,09					60	1,5	0,14		30	≈ 2	≈ 4	≈ 1	-	-0,05	0,18
Участок 2	30	1	0,11					90	1,5	0,18		30	≈ 1	≈ 1	≈ 1	-	0,15	0,44
Участок 3	45	1	0,09					90	1,5	0,18		30	≈ 1	≈ 1	≈ 1	-	0,15	0,42

8 ПНЕВМОТРАНСПОРТ

На мукомольных заводах применяют нагнетающие и всасывающие пневмотранспортные установки. Как правило, первые используют для транспортирования зерна, муки, отрубей и отходов, а вторые - для промежуточных продуктов размола зерна. Каждый вид этих установок обладает характерными особенностями, которые в основном и определяют область их применения.

Всасывающие установки являются низконапорными, их максимальный лимит по давлению воздуха не превышает 10 кПа. Поэтому эти установки применяют при небольших расстояниях транспортирования и при невысоких массовых концентрациях транспортируемого продукта ($\mu = 1...5$ кг/кг). Достоинство всасывающих установок состоит в возможности транспортирования одновременно из различных точек загрузки в практически любую точку выгрузки внутри одного цеха каждого промежуточного продукта переработки зерна.

Отличительная особенность нагнетающих установок заключается в возможности создания высоких давлений в продуктопроводах, что позволяет применять эти установки для транспортирования зерновых продуктов на значительные расстояния и при высоких массовых концентрациях транспортируемого продукта. К недостатку следует отнести сложность загрузки транспортируемого продукта в продуктопровод, что заставляет использовать сложные питатели различных модификаций, которые применяют с учётом аэродинамических и технологических свойств транспортируемого продукта.

Основным оборудованием пневмотранспортных установок мукомольных заводов служат приёмные и питающие устройства, продуктопроводы, разгрузители, пылеотделители для очистки отработавшего воздуха, воздуходувные машины.

Для всасывающих пневмотранспортных установок применяют пневмоприёмники - отводы типа У2-БПО, пневмоприёмники-тройники типа У2-БПЭ и вибропитатели типа У1-БВР; для нагнетательных установок - пневмоприёмники типа У2-БПА, У2-БПБ, У2-БПГ и шлюзовые питатели типа РЗ-БШП, РЗ-БШЗ.

Продуктопроводы всасывающих пневмотранспортных установок изготавливают из стальных бесшовных труб, каждый продуктопровод может иметь разное сечение по длине. Со стороны загрузки в начальный горизонтальный участок пневмотранспорта его диаметр меньший, а затем диаметр трубы увеличивается. Это диктуется необходимостью повышения скорости воздушного потока на участке приёмки и разгона продукта на начальном горизонтальном участке. Изменения диаметра продуктопровода для всасывающих установок производится при переходе его с горизонтального в вертикальное положение, а для нагнетающих установок примерно с половины длины участка перемещения транспортируемого продукта.

Продукт из нагнетающих пневмотранспортных установок выгружают в циклонах-разгрузителях типа У2-БРО и пневмосепараторах типа РЗ-БСД, которые применяют в зерноочистительных отделениях мукомольных заводов. Во всасывающих пневмоустановках, характерных для размольных отделений, для выгрузки используют циклоны-разгрузители типа У2-БЦР, которые работают совместно со шлюзовыми затворами типа РЗ-БШМ. В качестве пылеотделителей для очистки отработавшего воздуха используют фильтры с импульсной продувкой типа РЦИ и фильтры-разгрузители (для выгрузки муки) типа РЦИР, работающие совместно со шлюзовыми затворами типа РЗ-БШМ.

В пневмотранспортных установках мукомольных заводов используют вентиляторы высокого давления типа ВПЗ, среднего давления типа РЗ-БВ-Ц5 и РЗ-БВ-Ц4, а также нагнетатели: ротационные типа ЗАФ; винтовые типа РЗ-БНВ и кольцевые типа РЗ-БВК. Вентиляторы высокого давления применяют в основном для всасывающих пневмотранспортных установок размольного отделения, а нагнетатели - для нагнетающих установок. Ротационные нагнетатели предназначены для транспортирования зерна, муки, отрубей и отходов; винтовые нагнетатели обеспечивают сжатым воздухом аэрозольтранспортные установки для перемещения муки, а кольцевые нагнетатели применяют для подачи воздуха в мучные силосы с аэрируемыми днищами.

Последовательность проектирования пневмотранспортных установок следующая:

- выбор схемы и оборудования пневмотранспортной установки применительно к конкретным условиям транспортирования;
- определение точек загрузки и выгрузки зерна и зерновых продуктов в пневмотранспортной установке;
- определение расчётной нагрузки на каждый продуктопровод;
- подбор и расчёт продуктопроводов и других устройств пневмотранспортной установки;
- компоновка продуктопроводов в отдельные сети;
- снятие плоскостных схем (развёрток) сетей и их расчёт;
- расчёт вентиляционной части пневмотранспортной установки;
- расчёт и подбор пылеотделителей, вентиляторов и другого оборудования.

При проектировании необходимо учитывать:

- условия эксплуатации установок;
- требования технологии подготовки зерна к помолу и его переработки в муку;
- действующие правила по технике безопасности, производственной санитарии и нормы строительного проектирования промышленных предприятий;
- использование типовых конструкций, изготавливаемых на заводах и в специально оборудованных мастерских;

- применение минимального числа типоразмеров оборудования и трубопроводов.

Выбор схемы и оборудования пневмотранспортной установки зависит от вида транспортируемого продукта, длины перемещения, заданной производительности установки и других факторов.

Определение точек загрузки и выгрузки зерна и зерновых продуктов производят по их коммуникации. При этом технологическое и пневмотранспортное оборудование располагают так, чтобы была обеспечена минимальная длина перемещения продуктов, избегая по возможности горизонтальных участков.

Расчётную нагрузку на каждый продуктопровод определяют по балансу помола либо по заданной производительности технологической линии, что характерно для линий подготовительного отделения, либо аэрозольтранспортной линии подачи муки. Подбор и расчёт продуктопроводов, приёмников, питателей и разгрузителей производят по специальным методикам для определения их типоразмеров и гидравлических сопротивлений.

Компонуют отдельные продуктопроводы в сети для обеспечения компактности установки благодаря совместной очистке отработавшего воздуха в пылеотделителях. Основной принцип компоновки - это близость расположения продуктопроводов, а также однородность транспортируемых продуктов.

8.1 Компоновка всасывающих пневмотранспортных установок для продуктов размола зерна

Пневматический транспорт включает следующие элементы: приёмное устройство; горизонтальный и вертикальный продуктопроводы; циклон-разгрузитель со шлюзовым затвором. Вместе с тем имеются отдельные конструктивные особенности и отличия в составе и компоновке оборудования.

Разветвленные всасывающие пневмотранспортные установки при использовании фильтров-циклонов могут иметь два вентилятора - высокого и среднего давления. Для очистки отработавшего воздуха использован фильтр-циклон с регенерацией фильтровальной ткани рукавов сжатым воздухом. Фильтр-циклон устанавливают после вентилятора высокого давления. После фильтра-циклона расположен вентилятор среднего давления. Таким образом, запылённый воздух проходит через вентилятор высокого давления. Такое расположение вентилятора позволяет не применять глушитель аэродинамического шума. Перед вентилятором высокого давления устанавливают автоматический поворотный клапан, который дросселирует воздушный поток при включении вентилятора, предотвращая перегрузку электродвигателя.

Циклоны-разгрузители типа У2-БЦР имеют одинаковый размер по высоте и различные диаметры цилиндрической части. После циклонов-разгрузителей в выхлопном патрубке монтируют дроссельные вставки, которые используют для

регулирования вручную скорости воздуха в продуктопроводах при эксплуатации пневмотранспортных установок.

Горизонтальные пневмоприёмники выполнены в виде отводов с уменьшающимся как правило, диаметром по движению продукта. На нижней части пневмоприёмников сделаны отверстия для дополнительного подсоса воздуха. Закрывая эти отверстия резиновыми или пластмассовыми пробками, регулируют количество воздуха, отсасываемого непосредственно от машин. В продуктопроводах первых размольных систем ввод продукта может осуществляться непосредственно из энтолейторов.

8.2 Методика расчета

При расчёте пневмотранспортных установок определяют расчетные нагрузки и скорости воздуха в материалопроводах, диаметры материалопроводов и воздухопроводов, потери давления в элементах установок, размеры шлюзовых затворов и циклонов-разгрузителей с устройством для регулирования скорости воздуха, подачу и давление воздухоудвки, мощность электродвигателя воздухоудвки.

Задание на расчет включает плоскостную развертку с указанием геометрических размеров материалопроводов, длины горизонтальных и вертикальных участков без длины отводов, радиусы и углы отводов, наименование транспортируемых продуктов, расходы и наименование продукта в материалопроводах по балансу технологического процесса, тип приемников.

8.2.1 Расчёт материалопроводов

Расчетную нагрузку G , кг/ч, по зерну в материалопроводах зерноочистительных отделений принимают по суточной производительности $G_{сут}$, т/сут, мукомольных заводов с коэффициентом запаса 1,2

$$G = 1,2 \frac{1000 G_{сут}}{24} \quad (8.1)$$

В материалопроводах размольного отделения мукомольного завода расчетную нагрузку принимают по количественному балансу $G_{бал}$, кг/ч, помола зерна с коэффициентом запаса 1,15

$$G = 1,15 G_{бал} \quad (8.2)$$

Расчетную нагрузку в материалопроводе межцеховой пневмотранспортной установки (кг/ч) определяют по формуле

$$G = \sum M_{п} / t, \quad (8.3)$$

где $\sum M_{п}$ - суммарное количество продукта, подлежащее передаче по материалопроводу в течение суток, кг;

t - время, затрачиваемое на транспортирование продукта из одного цеха в другой, ч.

Количество продукта $\Sigma M_{п}$ определяют по производительности цехов и балансу технологического процесса, время транспортирования t – технико-экономическим расчётом.

При поочередной передаче по одному материалопроводу различных продуктов необходимо учитывать время переключения (30 мин на каждое переключение).

Расчётную скорость воздуха v , м/с, в материалопроводах определяют по формуле

$$v = Kз (10,5 + 0,57 v_{вит}), \quad (8.4)$$

где $Kз$ - коэффициент запаса, обеспечивающий устойчивое транспортирование при колебаниях нагрузки на пневмотранспортёр в таблице 8.1;

$v_{вит}$ - скорость витания частицы, м/с.

Расчётные скорости воздуха в материалопроводах после вальцовых станков третьей и последующих драных систем, а также последних размольных систем, начиная с 6-й, принимают с учётом обеспечения расходов воздуха на аспирацию станков.

Расчётную скорость воздуха в материалопроводах межцеховых пневмотранспортных установок принимают при весовой концентрации аэросмеси μ до 0,5 кг/кг - 20 м/с, при μ более 0,5 кг/кг - 22 м/с. Величину μ для межцеховых пневмотранспортных установок принимают до 3 кг/кг.

Весовую концентрацию аэросмеси определяют по формуле

$$m = G/\rho_{np} \cdot Q_{nm}, \quad (8.5)$$

где ρ_{np} - плотность воздуха, входящего в приемное устройство, кг/м³;

Q_{nm} - расчетный расход воздуха в материалопроводе, м³/ч.

При нормальных атмосферных условиях $\rho_{np} = \rho_a = 1,2$ кг/м³.

Таблица 8.1 - Скорость витания и другие характеристики продуктов

Продукт	Средняя скорость витания $v_{вит}$, м/с	Коэффициент запаса $Kз$	Расчётная скорость воздуха в материалопроводе, м/с
Зерно (пшеница)	9,8	1,5	24,0
Зерновые отходы	6,0	1,5	21,0
Мука пшеничная:			
высшего сорта	1,0	1,8	20,0
1-го сорта	1,2	1,8	20,0
2-го сорта	1,3	1,8	20,0
Отруби пшеничные	2,5	1,5	18,0
Манная крупа	3,2	1,5	19,0
Дранные системы:			
I	5,5	1,5	21,0
II	3,8	1,7	21,0
III	3,0	1,7	21,0
IV	2,0	1,7	20,0
V, VI	2,0	1,5	18,0

Продолжение таблицы 8.1

Продукт	Средняя скорость витания $v_{\text{вит}}$, м/с	Коэффициент запаса K_z	Расчётная скорость воздуха в материалопроводе, м/с
Сортировки, 1...3-я р. с.	1,8	1,7	20,0
1...3-я шл. с.	3,0	1,7	21,0
Остальные размольные, шлифовочные системы, проход вымольных машин, относы фильтров	1,6	1,5	17,0
Крупки крупные	4,0	1,5	19,0
Схода ситовеечных машин 1-го качества, средняя и мелкая крупка I...III др. с. и 1...2-й шл. с.	3,0	1,5	19,0
	8,3	1,5	23,0

Значение Q_{nm} определяют по формуле

$$Q_{nm} = 3600 Fv \quad (8.6)$$

Диаметры материалопроводов определяют расчетом таким образом, чтобы потери давления в пневмотранспортерах одной установки не превышали располагаемого давления. Располагаемое давление в размольных отделениях ориентировочно рекомендуется принимать в зависимости от производительности мукомольного завода (секции) следующими:

Q , т/сут	$H_{расч}$, кПа
<200	6...8
200...350	11,5
400...500	15,0

Для предварительно выбранной воздуходувной машины $H_{расч}$ определяют по формуле

$$H_{расч} = H_{расч} - (H_{ну} + H_{воз} + H_{кол} + 1000), \quad (8.7)$$

где $H_{расч}$ - расчетное разрежение, которое развивает воздуходувная машина при оптимальном режиме, Па;

$H_{ну}$ - потери давления в пылеулавливающей установке, Па;

$H_{воз}$ - потери давления в соединительных воздуховодах и глушителе, Па;

$H_{кол}$ - потери давления в коллекторе, Па;

1000 - неучтенные потери давления в установке, Па.

Для определения $H_{расч}$ можно ориентировочно принять при одноступенчатой очистке воздуха $H_{ну} = 1000$ Па и при двухступенчатой очистке воздуха $H_{ну} = 2000$ Па, а $H_{воз} + H_{кол} = 1000$ Па.

При выборе воздуходувной машины и расчете стремятся к тому, чтобы располагаемое давление и потери давления в максимальном числе материалопроводов установки были равны.

Внутренний диаметр материалопроводов принимают из следующего ряда: 56, 60, 66, 72, 76, 81, 85, 91, 98, 103, 108, 115, 119, 125, 133, 144, 150, 163, 173, 182, 192 мм.

Для материалопроводов межцеховых пневмотранспортных установок допускается применять трубы до 400 мм включительно.

8.2.2 Расчет потерь давления

Потери давления в пневмотранспортере H_{nm} , Па, определяют по формуле

$$H_{nm} = H_{маиш} + H_{np} + \Sigma H_p + \Sigma H_{тр.в} + \Sigma H_{тр.г} + \Sigma H_{отв} + H_{под} + H_{ц.р} + H_{с.у}, \quad (8.8)$$

где $H_{маиш}$ - потери давления в машине, соединенной с приемным устройством и в самотечной трубе, Па ;

H_{np} - потери давления в приёмном устройстве, Па;

ΣH_p - потери давления на сообщение скорости (разгон) продукту и на восстановление скорости после отводов, Па;

$\Sigma H_{тр.в}$, $\Sigma H_{тр.г}$ - сумма потерь давления от трения при движении аэросмеси в прямолинейных вертикальных и горизонтальных участках материалопроводов, Па;

$\Sigma H_{отв}$ - сумма потерь давления в отводах, Па;

$H_{под}$ - потери давления на подъем продукта по вертикали, Па;

$H_{ц.р}$ - потери давления в циклоне-разгрузителе, Па;

$H_{с.у}$ - потери давления в сужающем устройстве, Па.

Потери давления в пневматическом приемном устройстве определяют по формуле

$$H_{np} = \zeta_{np} \cdot \rho_{np} \cdot v_{np}^2 / 2, \quad (8.9)$$

где ζ_{np} - коэффициент, зависящий от типа приемного устройства;

v_{np} - скорость воздуха в приемном устройстве, м/с.

Значение ζ_{np} принимают:

Приемное устройство	ζ_{np}
типа «Сопло»	0,7
типа «Тройник»	1,5
встроенное в вальцовый станок БВ, А1-БЗН-ЗН	0,7
для зерна.....	1,5

Скорость воздуха в приемном устройстве определяют по формуле

$$v_{np} = v \cdot F / F_{np}, \quad (8.10)$$

где F и F_{np} - площади поперечного сечения материалопровода и трубы приёмного устройства, м².

Потери давления в приемных устройствах, встроенных в обочные машины для зерна, определяют по формуле

$$H_{np} = 0,25 \cdot \rho_{np} \cdot v (1 + \mu) \quad (8.11)$$

Сумма потерь давлений на сообщение скорости (разгон) продукту и на восстановление скорости после отводов вычисляют по формуле

$$\Sigma H_p = H_p + \Sigma H_{p.отв} \quad (8.12)$$

Потери давления на сообщение скорости (разгон) продукту определяют по формуле

$$H_p = i G, \quad (8.13)$$

где H_p – потери давления на сообщение скорости продукту при $G = 1$ т/ч, Па.

После приемных устройств, встроенных в обоечные машины для зерна, потери на сообщение скорости продукту не учитывают.

Потери давления на восстановление скорости продукта после отвода вычисляют по формуле

$$H_{p.отв} = \Delta u \cdot i \cdot G, \quad (8.14)$$

где Δu - коэффициент, зависящий от величины угла отвода, отношения радиуса отвода к диаметру материалопровода и длины прямолинейного участка за отводом в таблице.

Потери давления i на сообщение скорости продукту при $G = 1$ т/ч определяют по формуле

$$i = M v / D^2, \quad (8.15)$$

где M – количество продукта, кг;

$M = 0,324$ для грубых и $0,35$ для мягких продуктов;

V – скорость воздуха в материалопроводе, м/с;

D – диаметр материалопровода, м.

Таблица 8.2 - Коэффициент потерь давления Δu

Отношение радиуса отвода к диаметру материалопровода	Величина центрального угла, град	Коэффициент Δu при длине участка за отводом, м			
		до 1,0	до 2,0	до 3,0	до 4,0 и более
2...4	76...90	0,24	0,42	0,48	0,60
	61...75	0,19	0,33	0,38	0,48
	31...60	0,14	0,25	0,29	0,36
	15...30	0,07	0,13	0,14	0,18
5...9	76...90	0,20	0,35	0,40	0,50
	61...75	0,16	0,28	0,32	0,40
	31...60	0,12	0,21	0,24	0,30
	15...30	0,06	0,11	0,12	0,15
10...12	76...90	0,16	0,28	0,32	0,40
	61...75	0,13	0,22	0,25	0,32
	31...60	0,10	0,17	0,19	0,24
	15...30	0,05	0,08	0,10	0,12

К грубым продуктам относят зерно, отходы разных категорий, дробленое зерно, продукты I, II, III и IV драных, 1, 2 и 3-й размольных, 1-й и 2-й шлифовочных систем, крупную крупу, продукты I и II драных систем обойного помола. Все остальные продукты размола, готовую продукцию, муку, отруби, зародыш - относят к мягким продуктам.

Потери давления от трения при движении аэросмеси в прямолинейных вертикальных и горизонтальных участках материалопровода определяют по формулам

$$H_{тр.в} = H_ч (1 + K_в \mu) \quad (8.16)$$

$$H_{тр.г} = H_ч (1 + K_г \mu), \quad (8.17)$$

где $H_ч$ - потери давления от трения при движении в материалопроводе чистого воздуха, Па;

$K_в, K_г$ - экспериментальные коэффициенты.

Потери давления от трения при движении чистого воздуха в материалопроводах определяют по формуле

$$H_ч = R_{н.м} \cdot l, \quad (8.18)$$

где $R_{н.м}$ - потери давления на трение на 1 м материалопровода при движении чистого воздуха, Па·м⁻¹;

l - длина прямолинейных участков материалопровода, м.

Величину $R_{н.м}$ находят по формуле

$$R_{н.м} = \lambda / D \cdot \rho \cdot v^2 / 2, \quad (8.19)$$

где λ - опытный коэффициент трения.

Коэффициент λ определяют по формуле Никурадзе

$$I = 1 / (1,75 + 2 \lg D / 2\delta)^2 \quad (8.20)$$

где δ - высота выступов шероховатости, м.

При расчете материалопроводов для зерна δ принимают равной $0,1 \cdot 10^{-3}$ м, для продуктов размола - $0,2 \cdot 10^{-3}$ м.

Экспериментальный коэффициент $K_в$ для продуктов размола определяют по формуле

$$K_в = A_в (D - 0,04) / v^{1,33} \quad (8.21)$$

где $A_в$ - 240 для грубых (кроме зерна) и 160 для мягких продуктов.

Для зерна $K_в$ определяют по таблице 8.3.

Коэффициент $K_г$ определяют по формуле

$$K_г = A_г D / v^{1,25} \quad (8.22)$$

Для зерна $A_г$ равно 150, для остальных грубых продуктов - 135, для мягких продуктов - 110.

Потери давления в отводе $H_{отв}$ определяют по формуле

$$H_{отв} = H_{отв.ч} (1 + K_{отв} \mu), \quad (8.23)$$

где $H_{отв.ч}$ - потери давления в отводе при движении чистого воздуха, Па;

$K_{отв.ч}$ - коэффициент сопротивления при движении продукта в отводе.

Коэффициент $K_{отв}$ определяют по формуле

$$K_{отв} = B^1 D / v^{1,25} (r / D)^m, \quad (8.24)$$

где r - радиус закругления отвода, м;

B^1 , m - экспериментальные коэффициенты определяют по таблице 8.4.

Таблица 8.3 - Коэффициент K_v

Диаметр материалопровода, мм	V , м/с						
	20	21	22	23	24	25	26
56	0,37	0,36	0,35	0,34	0,33	0,32	0,31
60	0,43	0,41	0,40	0,39	0,38	0,37	0,36
66	0,45	0,44	0,42	0,41	0,40	0,39	0,38
72	0,49	0,47	0,45	0,44	0,43	0,42	0,41
76	0,51	0,49	0,47	0,46	0,45	0,44	0,43
81	0,53	0,52	0,50	0,48	0,47	0,46	0,45
85	0,55	0,53	0,51	0,50	0,48	0,47	0,46
91	0,57	0,55	0,53	0,52	0,50	0,49	0,48
98	0,61	0,58	0,56	0,55	0,53	0,52	0,51
103	0,63	0,61	0,58	0,57	0,55	0,54	0,53
108	0,65	0,63	0,60	0,59	0,57	0,56	0,55
115	0,69	0,66	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
119	0,71	0,68	0,66	0,64	0,62	0,61	0,60
125	0,73	0,70	0,68	0,66	0,64	0,63	0,61
133	0,76	0,74	0,71	0,69	0,67	0,66	0,64
144	0,81	0,78	0,75	0,73	0,71	0,70	0,68
150	0,83	0,80	0,78	0,75	0,73	0,72	0,70
163	0,88	0,85	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74
173	0,92	0,86	0,85	0,83	0,81	0,79	0,77
182	0,95	0,92	0,89	0,86	0,84	0,82	0,80
192	0,98	0,96	0,92	0,91	0,89	0,87	0,83

Потери давления $H_{отв.ч}$ определяют по формуле

$$H_{отв.ч} = \Delta_{отв} \cdot \xi_{отв} \cdot \rho \cdot v^2 / 2, \quad (8.25)$$

где $\Delta_{отв}$, $\xi_{отв}$ - экспериментальные коэффициенты определяют по таблицам 8.5 и 8.6.

Таблица 8.4 - Коэффициенты B^1 , m и E

Направление отвода	m	Зерно		Грубые продукты		Мягкие продукты	
		B^1	E	B^1	E	B^1	E
с вертикали на горизонталь	0,23	550	1,20	450	1,32	320	1,41
с горизонтали на вертикаль	0,15	620	0,91	500	0,99	400	1,15
в горизонтальной плоскости	0,18	590	1,01	480	1,15	370	1,24

Таблица 8.5 – Определение коэффициента $\Delta_{отв}$

Центральный угол отвода, град	Коэффициент $\Delta_{отв}$.
15...30	0,35
31...60	0,70
61...75	0,85
76...90	1,00

Таблица 8.6 – Определение коэффициента $\xi_{отв}$

Диаметр материалопровода, мм	Значения $\xi_{отв}$, при радиусе r отвода, м		
	1,0	1,5	2,0
56...66	0,82	1,20	1,59
72...81	0,62	0,90	1,18
85...98	0,52	0,73	0,97
103...115	0,41	0,58	0,78
119...125	0,36	0,50	0,65
133...163	-	0,45	0,57
173...192	-	0,35	0,45
200...280	-	0,30	0,35
315...400	-	0,20	0,24

Потери давления на подъем продукта по вертикали определяют по формуле

$$H_{под} = 1,2 \mu S, \quad (8.26)$$

где S - расстояние по вертикали от точки приема продукта до входа в циклон-разгрузитель, м.

Разгрузитель подбирают по количеству поступающего в циклон-разгрузитель воздуха $Q_{ц.р}$, м³/ч и скорости воздуха $V_{ц.р}$, м/с, во входном патрубке циклона-разгрузителя.

$$F_{ц.р} = Q_{ц.р} / 3600 V_{ц.р}, \quad (8.27)$$

где $F_{ц.р}$ - поперечное сечение входного патрубка циклона-разгрузителя, м².

При определении $Q_{ц.р}$, м³/ч, следует учитывать изменение состояния воздуха в пневмотранспортёре

$$Q_{ц.р} = Q_{птп} \rho / \rho_{ц.р}, \quad (8.28)$$

где ρ – плотность воздуха при входе в материалопровод, кг/м³;

$\rho_{ц.р}$ – плотность воздуха при входе в разгрузитель, кг/м³.

Плотность воздуха $\rho_{ц.р}$, кг/м³ определяют по формуле

$$\rho_{ц.р} = (p_a - H_{мп}) / RT, \quad (8.29)$$

где p_a - атмосферное давление, Па;

$H_{мп}$ - расчетные потери давления в материалопроводе, Па;

R - газовая постоянная, для сухого воздуха $R = 288$ Дж/(кг·К);

T - абсолютная температура в конце материалопровода, равная $(273+t)$ °С, К.

Для нормальных атмосферных условий ($p_a = 101400$ Па, $t = 20$ °С, относительная влажность $\varphi = 50$ %) $\rho = 1,2$ кг/м³.

При определении $\rho_{ц.р}$ температуру воздуха в конце материалопровода следует принимать в зерноочистительных отделениях плюс 15 °С, в размольных отделениях после вальцовых станков плюс 30 °С и в остальных материалопроводах плюс 20 °С.

При $H_{мп} \leq 10$ кПа $Q_{ц.р} = 1,1 Q_{птп}$.

Скорость воздуха во входном патрубке циклона-разгрузителя следует принимать следующей:

Циклон-разгрузитель	$v_{ц.р}$, м/с
ЦР	14...18
ЦРК	8...10*, 14...20**
УЦ-38	10...12

* Для зерна.

** Для продуктов размола.

Меньшие скорости принимают для первых драных, первых размольных и шлифовочных систем, большие для остальных систем.

Потери давления в циклоне-разгрузителе, определяют по формуле

$$H_{ц.р} = \zeta_{ц.р} \rho v_{ц.р}^2 / 2, \quad (8.30)$$

где $\zeta_{ц.р}$ - коэффициент сопротивления (для циклона ЦРК- 3,7, для ЦР - 4,5, УЦ-38 - 20 $D_{ц.р}$, $D_{ц.р}$ - диаметр циклона-разгрузителя);

$\rho_{ц.р}$ - плотность воздуха в циклоне-разгрузителе.

Потери давления в сужающем устройстве составляют

$$H_{с.у} = \xi_{с.у} \rho_{с.у} (Q_{с.у} / K_{с.у})^2, \quad (8.31)$$

где $\xi_{с.у}$ - коэффициент сопротивления, для сопла Вентури равный 2,5, для трубы Вентури - 1;

$\rho_{с.у}$ - плотность воздуха на входе в сужающее устройство, кг/м³;

$Q_{с.у}$ - количество воздуха, проходящего через сужающее устройство, м³/ч;

$K_{с.у}$ - коэффициент расхода сужающего устройства.

Значения $K_{с.у}$ приведены в таблице 8.7.

Таблица 8.7 – Коэффициент расхода сужающего устройства

Размеры, мм				Коэффициент расхода $K_{с.у}$	Масса, кг
D	D ₁	D ₂	A		
315	200	345	1145	530	15,5
355	225	285	1290	670	18,5
400	255	430	1455	870	22,9
450	290	480	1615	1040	29,2
500	320	530	1790	1360	36,3
560	355	590	2035	1720	44,8
630	400	660	2290	2120	55,7
710	450	740	2580	2750	70,4
800	510	830	2890	3450	86,6

Сопротивление трубы Вентури включают в сопротивление воздуховодов. Для сопла Вентури сопротивление рассчитывают по формуле

$$Q_{с.у} = Q_{ц.р} + \Delta Q_{ц.р}, \quad (8.32)$$

где $Q_{ц.р}$ - количество воздуха, поступающего в циклон-разгрузитель м³/ч;

$\Delta Q_{ц.р}$ - количество воздуха, подсасываемого в циклон-разгрузитель, шлюзовой затвор, материалопровод и улитку, м³/ч;

Значения величины $\Delta Q_{ц,р}$ следующие:

Hnm , кПа	$\Delta Q_{ц,р}$, м ³ /ч
<5	20
5...10	40
>10	60

Для пневмосепараторов величину подсоса увеличивают в 1,5 раза.

8.2.3 Расчет шлюзовых затворов

Мощность электродвигателя для привода шлюзовых затворов принимают в зависимости от числа затворов следующей:

Число шлюзовых затворов	N, кВт
2	0,6
3...4	1,1
5...6	1,5

Пропускную способность шлюзовых затворов, кг/ч, определяют по формуле

$$G_{шл} = 0,06V_{шл}n\rho_n\beta_{шл}\eta_{шл}, \quad (8.33)$$

где $V_{шл}$ - вместимость ячеек шлюзового затвора, л (для ШУ – 6 $V_{шл} = 6$; для ШУ-15 $V_{шл} = 15$);

n - частота вращения ротора шлюзового затвора, об/мин;

ρ_n - насыпная плотность продукта, кг/м³, определяют по таблице 8.8;

$\beta_{шл}$ - поправочный коэффициент к насыпной плотности продуктов размола, учитывающий аэрирование их при транспортировании, равный 0,7;

$\eta_{шл}$ - коэффициент заполнения барабана шлюзового затвора с питающей воронкой, равной для продуктов размола 0,4 и для зерна — 0,5.

При расчете пневмотранспортных установок, предназначенных для работы в условиях, существенно отличающихся от нормальных атмосферных условий, в частности для предприятий высокогорных районов, «Указания по проектированию внутрицехового пневматического транспорта на мельницах» рекомендуют вносить поправки на фактическую плотность воздуха.

Так, при определении значения потерь давления на трение при движении чистого воздуха на 1 м материалопровода, на сообщение скорости продукту, а также в отводе при движении чистого воздуха *Нотв.ч* полученные результаты умножают на поправку

$$\Delta = \rho_a/1,2, \quad (8.34)$$

где ρ_a - плотность воздуха, соответствующая среднему атмосферному давлению в данном районе.

При определении весовой концентрации аэросмеси μ , а также потерь давления на подъем $N_{под}$, плотность воздуха принимать соответствующей среднему атмосферному давлению в данном районе.

Таблица 8.8 - Насыпная плотность продукта

Продукт	ρ_n , кг/м ³
Пшеница	700...750
Рожь	680...750
Проход через подсеивное сито сепаратора	600
Дробленые отходы I и II категорий	350
Обоечная пыль	400
I др.с.	480
II др.с., III др.мелк.с.	420
II др.мелк.	430
III др.кр.	390
IV др.кр.	300
IV др.мелк.	315
V др.	320
VI и VII др.с.	300
Шлифовочная система:	
1-я	540
2-я и 3-я	520
Размольная система:	
1-я	520
2-я	510
3-я	550
4-я	580
5-я	520
6-я и 7-я	500
8-я	450
9-я	420
10-я	400
Вымольная система:	
1-я	550
2-я	435
3-я	480
Дунст:	
Жесткий	600
Мягкий	475
Крупка:	
Крупная	520
Средняя	510

Продолжение таблицы 8.8

Продукт	$\rho_{п}, \text{кг/м}^3$
Мелкая	550
Мука пшеничная:	
Высший и 1-й сорт	600
2-й сорт	540
Обойная	350
Мука ржаная:	
1-й сорт	550
2-й сорт и обойная	400
Отруби:	
Пшеничные крупные	220
Пшеничные мелкие	320
Ржаные крупные	300
Ржаные мелкие	370

При расчете пневмотранспортных установок, предназначенных для работы в условиях, существенно отличающихся от нормальных атмосферных условий, в частности для предприятий высокогорных районов, «Указания по проектированию внутрицехового пневматического транспорта на мельницах» рекомендуют вносить поправки на фактическую плотность воздуха.

Так, при определении значения потерь давления на трение при движении чистого воздуха на 1 м материалопровода, на сообщение скорости продукту, а также в отводе при движении чистого воздуха *Нотв.ч* полученные результаты умножают на поправку

$$\Delta = \rho_a / 1,2, \quad (8.34)$$

где ρ_a - плотность воздуха, соответствующая среднему атмосферному давлению в данном районе.

При определении весовой концентрации аэросмеси μ , а также потерь давления на подъем $\Pi_{под}$, плотность воздуха принимать соответствующей среднему атмосферному давлению в данном районе.

8.3 Пневмотранспортные установки мукомольных заводов на комплектном высокопроизводительном оборудовании

Расчет параметров транспортирования заключается в подборе диаметров материалопроводов таким образом, чтобы потери давления в пневмотранспортёрах установки (за вычетом сопротивления дроссельной вставки) не различались более чем на 1 кПа и не превышали лимита по давлению 9,5 кПа.

8.3.1 Расчет материалопровода

Целесообразно начинать с наиболее нагруженного и наиболее протяженного (по магистральному направлению). Скорость воздуха на входе в материалопровод принимают по таблице 8.1.

Материалопровод состоит из двух участков. На первом участке внутренний диаметр D_1 (мм) выбирают равным ближайшему в следующем ряду: 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 110, 120. После энтолейторов $D_1 = 75, 80, 85, 90$ или 95 мм.

Диаметр материалопровода D_1 , транспортирующего продукт из вымольных машин, подбирают таким образом, чтобы расход воздуха от каждой машины был не менее $0,11 \text{ м}^3/\text{с}$.

Для материалопроводов из-под вальцовых станков не рекомендуется принимать трубы диаметром менее 60 мм.

Второй участок материалопровода начинается после отвода с горизонтали на вертикаль. Здесь внутренний диаметр D_2 принимают равным:

$$\begin{aligned} \text{при } D_1 \leq 0,095 \text{ м} & \quad D_2 = D_1 + 0,005 \\ \text{при } D_1 > 0,095 \text{ м} & \quad D_2 = D_1 + 0,010 \end{aligned}$$

Диаметр материалопровода D_1 , м, на первом участке вычисляют по формуле

$$D_1 = 1,1 \times 10^2 G^{0,33} \nu_{\text{вн}}^{-0,20} \nu, \quad (8.35)$$

Диаметр материалопровода можно определить по номограмме - рисунок 8.1.

Потери давления в материалопроводе $H_{\text{мн}}$, Па, определяют по формуле

$$H_{\text{мн}} = H_{\text{маш}} + H_{\text{пр}} + \Sigma H_c + \Sigma H'_{\text{отв}} + \Sigma H_в, \quad (8.36)$$

где $\Sigma H'_{\text{отв}}$ - сумма потерь давления в отводах, включающая потери на разгон после отвода, Па;

$\Sigma H_в$ - сумма потерь давления в вертикальных участках материалопровода, Па.

Потери давления в технологическом оборудовании принимают по таблице 8.9.

Таблица 8.9 – Потери давления в технологическом оборудовании

Оборудование	$H_{\text{маш}}$, кПа
Вальцовые станки при расходе воздуха, $\text{м}^3/\text{с}$:	
$Q_{\text{мп}} > 0,2$	1,5
$Q_{\text{мп}} \leq 0,2$	1,0
Просеивающие, вымольные машины, вибропитатели	1,0

При установке энтолейторов непосредственно перед пневмоприемником $H_{\text{маш}} = 0$.

Потери давления в приемном устройстве типа «Отвод» и «Тройник» принимают равными $H_{\text{пр}} = 1,0$ кПа.

Потери давления в горизонтальном участке материалопровода Нг, Па, вычисляют по формуле, аналогичной формуле $H_z = H_{z,ч} (1 + K r \mu)$, но потери давления Нг.ч вычисляют по уточненной формуле

$$H_{z,ч} = 1,2 \times 10^{-2} L v^{1,75} D^{-1,25}, \quad (8.37)$$

где L и D - длина и диаметры горизонтальных участков материалопровода, м.

Потери давления $H_{ч}$ можно определить по номограмме на рисунке 8.2.

Потери давления в отводах $H_{отв}$, Па, определяют по формуле

$$H_{отв} = H_{отв,ч} (1 + K_{отв} \mu) + \beta K_p ((\rho v^2)/2) \chi, \quad (8.38)$$

где $H_{отв}$, β , K_p - экспериментальные коэффициенты.

Потери давления $H_{отв,ч}$ определяют по формуле 8.25.

Коэффициент $K_{отв}$ определяют по формуле 8.24

Коэффициент K_p определяют по формуле

$$K_p = E(r/D)^{-m}, \quad (8.39)$$

где m , E - экспериментальные коэффициенты.

Коэффициент β определяют по таблице 8.10.

Таблица 8.10 – Коэффициент β

Продукт Размола	Отношение	Длина материалопровода за отводом, м						
		1,0...2,0	2,1...3,0	3,1...4,0	4,1...5,0	5,0...6,0	6,1...7,0	Более 7,0
Горизонтальный материалопровод								
Грубые	5,0...9,9	0,30	0,54	0,73	0,85	0,91	0,96	1,00
	10...25	0,30	0,56	0,75	0,88	0,95	1,00	1,00
Мягкие	5,0...9,9	0,25	0,45	0,63	0,75	0,84	0,92	0,97
	10...25	0,28	0,48	0,65	0,80	0,87	0,95	1,00
Вертикальный материалопровод								
Грубые	5,0...9,9	0,35	0,60	0,78	0,90	0,96	1,00	1,00
	10...25	0,40	0,70	0,82	0,95	1,00	1,00	1,00
Мягкие	5,0...9,9	0,30	0,52	0,70	0,85	0,92	0,97	1,00
	10...25	0,33	0,57	0,75	0,89	0,95	1,00	1,00

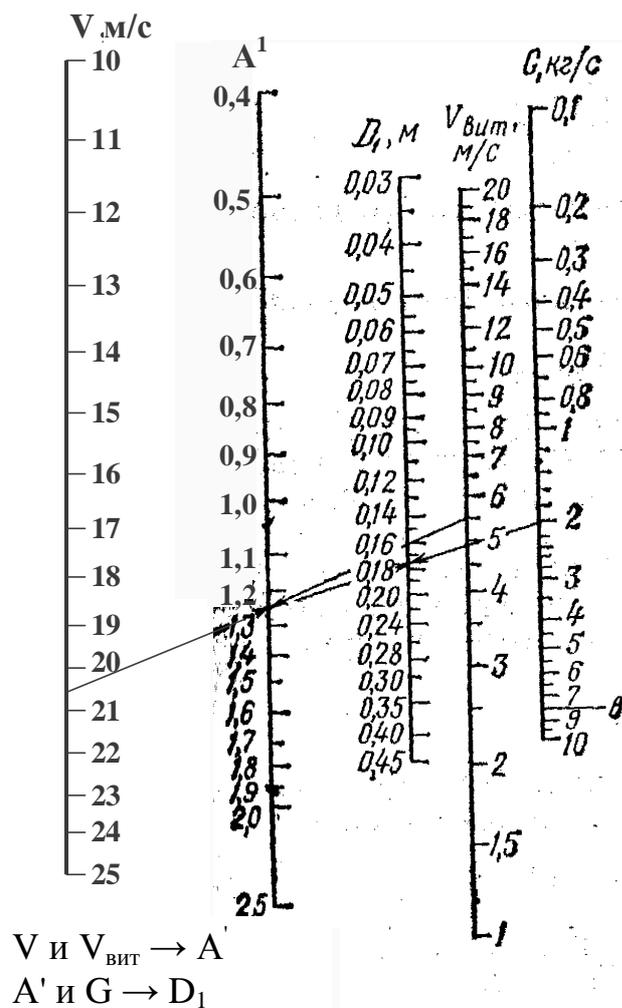


Рисунок 8.1 – Номограмма для определения диаметра D_1 .

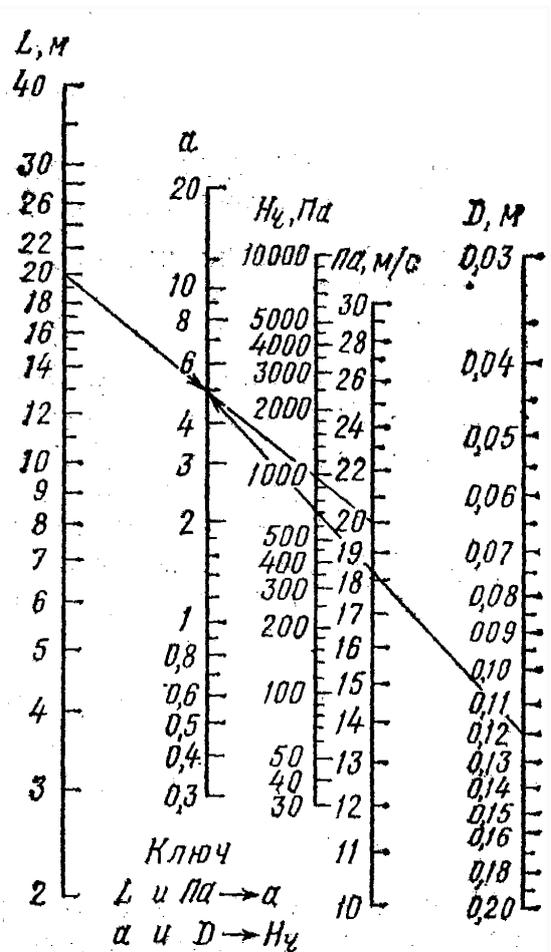


Рисунок 8.2 – Номограмма для определения потерь давления при перемещении чистого воздуха H_c (вместо Па, м/с надо читать v , м/с).

Потери давления в вертикальном участке материалопровода, H_6 , Па, определяют по формуле

$$H_6 = H_c + H_m = 1,2 \times 10^{-2} L v^{1.75} D^{-1.25} + G (1,59 W D^{-2} + 12,50 L D^{-2} W^1 + 5,35 \times 10^{-3} L W D^{-3}), \quad (8.40)$$

- где H_c - потери давления при перемещении чистого воздуха, Па;
- H_m - потери давления при перемещении материала, Па;
- G - расчетный расход материала, кг/с;
- W - средняя скорость частиц материала, м/с.

Среднюю скорость частиц материала вычисляют по формуле

$$W = 0,18 G^{0,067} L^{0,25} D^{-0,317} v_{внт}^{-0,2} v. \quad (8.41)$$

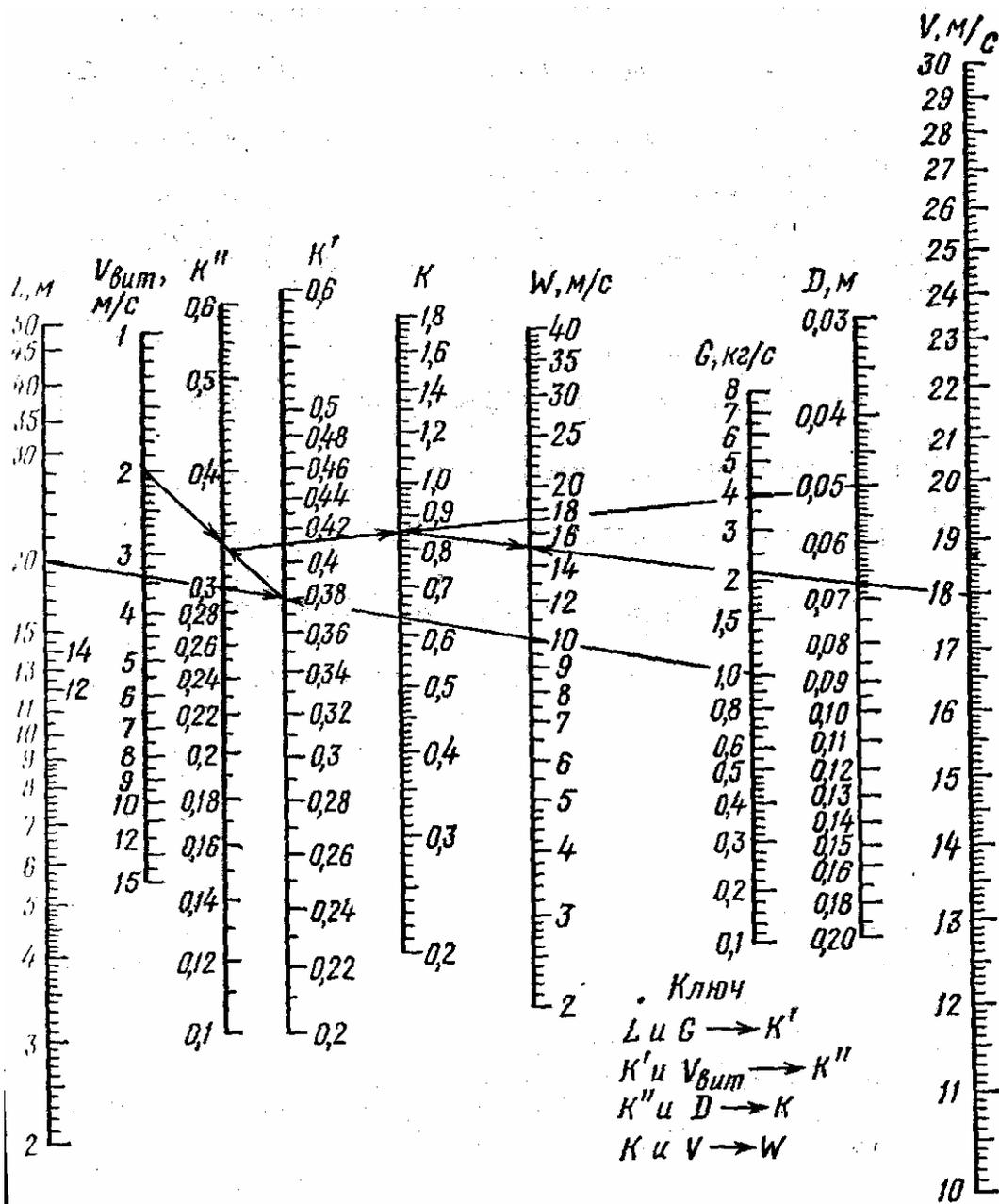


Рисунок 8.3 - Номограмма для определения средней скорости частиц W

При определении W учитывают изменение скорости воздуха в результате изменения диаметра второго участка материалопровода. Изменением плотности воздуха при этом пренебрегают. Среднюю скорость материала можно определить по номограмме на рисунке 8.3.

Потери давления H_M можно определить также по формуле

$$H_M = G(A+B+C), \quad (8.42)$$

где A , B , C – промежуточные коэффициенты на рисунке 8.4.

Потери давления H_n можно определить по номограмме на рисунке 8.2.

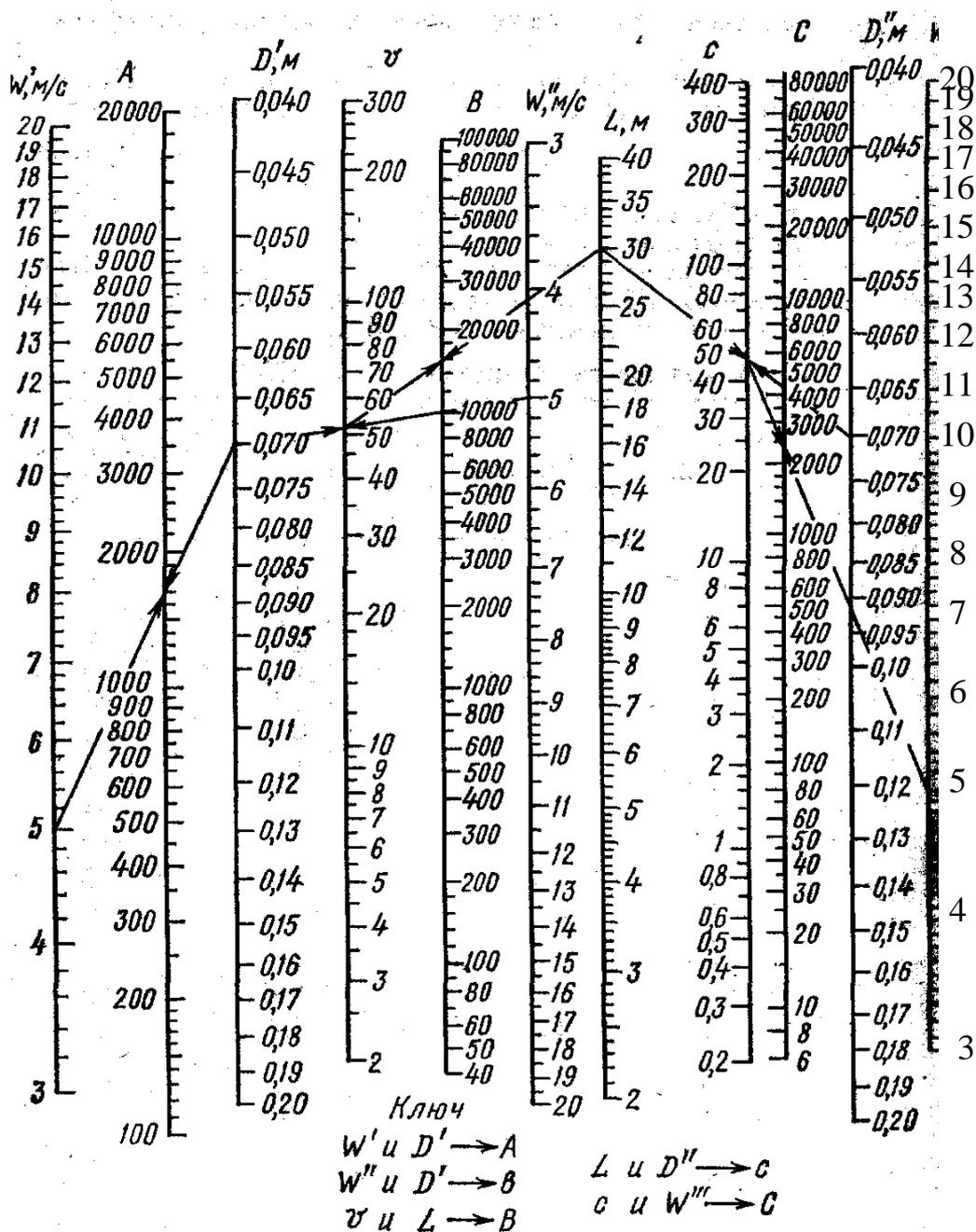


Рисунок. 8.4 Номограмма для определения потерь давления при перемещении материала H_m (вместо W'' и $D' \rightarrow v$)

8.3.2 Расчёт циклона-разгрузителя и шлюзового затвора

Потери давления в циклоне-разгрузителе, кПа, определяют по формуле

$$H_{ц,р} = Q^2 D_{ц,р}^{-3}, \tag{8.43}$$

где Q - расход, m^3/c , при плотности воздуха $\rho = 1,2 \text{ кг}/m^3$;

$D_{ц,р}$ - диаметр циклона-разгрузителя, м.

Диаметр циклона-разгрузителя выбирают по таблице 8.11. Для циклонов-разгрузителей У2-БЦР...У2-БЦР-06 применяют шлюзовой затвор РЗ-БШМ/1, для остальных - РЗ-БШМ/2.

Таблица 8.11 – Характеристика циклона-разгрузителя типа У2-БЦР

Типоразмер	Входной патрубок	$D_{ц,р}$, м	Внутренний диаметр материалопровода D_2 , м
У2-БЦР	Левый	0,160	0,050
-01	»	0,190	0,055
-02	»	0,220	0,060
-03	»	0,220	0,065
-04	»	0,250	0,065
-05	»	0,250	0,070
-06	»	0,250	0,075
-07	»	0,290	0,070
-08	»	0,290	0,075
-09	»	0,290	0,080
-10	»	0,290	0,085
-11	»	0,290	0,090
-12	»	0,340	0,080
-13	»	0,340	0,085
-14	»	0,340	0,090
-15, 16	Левый и правый	0,340	0,095
-17	Левый	0,340	0,100
-19, -20	Левый и правый	0,450	0,110
-21, -22	То же	0,450	0,130

Потери давления в пневмотранспортере не должны превышать лимита по давлению 9,5 кПа. Если потери давления ($H_{м.п} + H_{ц,р}$) превышают 9,5 кПа, для расчета принимает больший диаметр материалопровода из рекомендуемого ряда. Если потери давления меньше лимита по давлению с учетом допустимой разницы 1 кПа (9,5 кПа – 1 кПа = 8,5 кПа), принимают меньший диаметр материалопровода из рекомендуемого ряда с указанными ограничениями.

Расчёт параллельных пневмотранспортеров. Ведут его так, чтобы потери давления в них не различались более чем на 1 кПа. Первоначальный диаметр труб параллельных материалопроводов определяют по формуле

$$D_i = D_{м.мп} \sqrt{G_i / G_{м.мп}}, \quad (8.44)$$

где D_i - диаметр i -го материалопровода, м;

$D_{м.мп}$ - диаметр магистрального материалопровода в данной пневмоустановке, м;

G_i - расход продукта в i -ом материалопроводе, кг/с;

$G_{м.мп}$ - расход продукта в магистральном материалопроводе, кг/с.

8.3.3 Расчет фильтра

Соппротивление фильтра H_ϕ , кПа, определяют по формуле

$$H_\phi = 0,1q^{1,3}, \quad (8.45)$$

где q - удельная нагрузка на 1 м² фильтрующей поверхности рукавов, м³/(м²·мин).

Удельную нагрузку вычисляют по формуле

$$q = 60Q_{\phi}F_{\phi}^{-1}, \quad (8.46)$$

где Q_{ϕ} - расход воздуха на входе в фильтр, м³/с;

F_{ϕ} - площадь фильтрующей поверхности рукавов, м².

Расход воздуха на входе в фильтр Q_{ϕ} , м³/с, определяют по формуле

$$Q_{\phi} = \Sigma Q_i + \Sigma \Delta Q_{ц.р}, \quad (8.47)$$

где Q_i - расход воздуха в i -ом материалопроводе, м³/с;

$\Sigma \Delta Q_{ц.р}$ - суммарный подсос воздуха в циклонах-разгрузителях, м³/с.

Подсос воздуха в одном циклоне-разгрузителе принимают равным $\Delta Q_{ц.р} = 1,1 \cdot 10^{-2}$ м³/с. При выборе типа фильтра удельную нагрузку на фильтрующую ткань принимают не более 5 м³/(м²·мин).

8.3.4 Расчет вентиляторов

Расчетное полное давление вентиляторов определяют по формуле

$$H_{в} = H_{м.мп} + H_{ц.р} + H_{др} + H_{\phi} + H_{воз} + H_{неучт}, \quad (8.48)$$

где $H_{в}$ - расчетное полное давление вентиляторов высокого (ввд) и среднего (всд) давления, кПа;

H_{ϕ} - сопротивление фильтра, кПа;

$H_{м.мп}$ - потери давления в магистральном материалопроводе, кПа;

$H_{др}$ - потери давления в дроссельной вставке, $H_{др} = 3$ кПа;

$H_{воз}$ - потери давления в коллекторе и воздухопроводах, кПа;

$H_{неучт}$ - неучтенные потери давления, $H_{неучт} = 1$ кПа.

При размещении вентилятора высокого давления на этаже циклонов-разгрузителей и среднего давления на этом же или нижележащем этаже $H_{воз} = 1$ кПа. В других случаях при большой протяженности соединительных воздухопроводов $H_{воз} = 1,5$ кПа.

Подача вентилятора высокого давления $Q_{ввд} = Q_{\phi}$. Подача вентилятора среднего давления с учетом подсоса в фильтре равна

$$Q_{всд} = 1,05Q_{ввд}, \quad (8.49)$$

По характеристике вентилятора высокого давления при подаче $Q_{ввд}$ определяют полное давление вентилятора, т. е. полное давление вентилятора при плотности воздуха, указанной на характеристике $\rho_{ввд}$ ($\rho_{ввд} = 1,15$ кг/м³). Вычисляют расчетное полное давление $H_{ввд}$, кПа, по формуле

$$H_{всд} = \frac{0,9P_{ввд}P_a}{0,9P_{ввд} + 10^{-3} \cdot 1,15RT}, \quad (8.50)$$

где $P_{ввд}$ - полное давление вентилятора высокого давления по характеристике, кПа;

P_a - среднее атмосферное давление для данного района, кПа;

1,15 - плотность воздуха во входном патрубке вентилятора высокого давления, при которой построена аэродинамическая характеристика вентилятора, кг/м³;

T - расчетная температура воздуха в летний период (параметр B) для данного района, К.

Потребную мощность электродвигателя $N_{ввд}$ при плотности воздуха во входном патрубке $1,15 \text{ кг/м}^3$ определяют по аэродинамической характеристике вентилятора высокого давления на рисунке 14.3.

Мощность на клеммах электродвигателя вентилятора высокого давления вычисляют по формуле

$$N_{кл.ввд} = \rho_{ввд} \times N_{ввд} / 1,15 \eta_{\varepsilon} \quad (8.51)$$

где $\rho_{ввд}$ – расчетная плотность во входном патрубке вентилятора высокого давления, кг/м^3 ;

η_{ε} – КПД электродвигателя, равный 0,9.

Расчетную установленную мощность определяют по формуле

$$N_{у.ввд} = 1,2 N_{ввд} \rho_{ввд} / 1,15, \quad (8.52)$$

Расчетное полное давление вентилятора среднего давления определяют по формуле

$$H_{всд} = H_{\varepsilon} - H_{ввд}, \quad (8.53)$$

Приводят полное давление вентилятора среднего давления к плотности воздуха, для которой построена аэродинамическая характеристика вентилятора среднего давления

$$P_{всд} = 1,1 H_{всд} (\rho'_{всд} / \rho_{всд}), \quad (8.54)$$

где $\rho'_{всд}$ – плотность воздуха, для которой построена аэродинамическая характеристика вентилятора среднего давления, равная $1,2 \text{ кг/м}^3$;

$\rho_{всд}$ – плотность воздуха во входном патрубке вентилятора среднего давления, кг/м^3 .

Величину $\rho_{всд}$ находят по формуле

$$c_{всд} = \frac{(P_a - H_{всд}) \cdot 10^3}{(T + 10) \cdot R} \quad (8.55)$$

По $P_{всд}$ и $Q_{всд}$ подбирают по характеристикам необходимый вентилятор.

Установленную мощность вентилятора среднего давления определяют по аэродинамической характеристике.

Потребную мощность и мощность на клеммах электродвигателя определяют по формулам 8.51 и 8.52.

8.3.5 Расчет коллектора, воздухопроводов, глушителя

Диаметры коллекторов и воздухопроводов выбирают из стандартного ряда так, чтобы скорость воздуха в воздухопроводах до пылеуловителя была от 12 до 14, а после пылеуловителя - от 10 до 12 м/с.

При компоновке пневмотранспортеров стремятся к минимальной протяженности коллекторов и соединительных воздухопроводов.

Необходимую площадь свободного сечения шумоглушителя определяют по формуле

$$F_{сб} = Q / v_{доп}, \quad (8.56)$$

где Q – расход воздуха через шумоглушитель, $\text{м}^3/\text{с}$;

$v_{доп}$ – допустимую скорость воздуха в глушителе принимают в пределах $8 \dots 14 \text{ м/с}$.

Длину глушителя определяют в зависимости от необходимого затухания шума.

8.4 Показатели качества компоновки пневмотранспортных установок

При проектировании всасывающих многотрубных пневмотранспортных установок возможны различные варианты компоновки установок по числу и диаметрам пневмотранспортеров в каждой.

Обобщающим показателем, позволяющим выбрать более правильный вариант компоновки, является коэффициент использования подводимой электроэнергии на перемещение материала в пневмотранспортной установке

$$h_{\text{м.у}} = \frac{g \sum (G_i L_i)}{1000(N_{\text{кл.вм}} + N_{\text{кл}})} \quad (8.57)$$

где G_i - расход материала (расчетная нагрузка) в i -м материалопроводе, кг/с⁻¹;

L_i - длина i -го материалопровода, включающая вертикальный и горизонтальный участки транспортирования и длину по оси отводов, м;
 $g = 9,8 \text{ м} \cdot \text{с}^{-2}$;

$N_{\text{кл.вм}}$ - мощность на клеммах электродвигателя воздуходувки, кВт;

$N_{\text{кл}}$ - мощность на клеммах электродвигателей шлюзовых затворов, пылеуловителей и другого оборудования пневмотранспортной установки, кВт.

Длину отводов по оси вычисляют по формуле

$$L_{\text{омв}} = \pi r \alpha / 180, \quad (8.58)$$

где r - радиус отвода, м;

α - центральный угол отвода, град.

Дополнительными показателями качества компоновки пневмотранспортных установок и технологического оборудования являются число дополнительных (перекидных) материалопроводов и оборот продукта.

Число дополнительных (перекидных) материалопроводов для размольного отделения мукомольных заводов определяют по формуле

$$n_{\text{д}} = n_{\text{о}} - n_{\text{в}}, \quad (8.59)$$

где $n_{\text{о}}$ - общее число материалопроводов в пневмотранспортных установках размольного отделения мукомольного завода;

$n_{\text{в}}$ - число материалопроводов, перемещающих готовую продукцию (муку и отруби) и промежуточные продукты из вальцовых станков.

Оборот продукта m вычисляют по формуле

$$m = \Sigma G_{\text{бал.и}} / G_{\text{бал.1}}, \quad (8.60)$$

где $\Sigma G_{\text{бал.и}}$ - суммарный расход продукта в материалопроводах размольного отделения мукомольного завода по балансу кг·с⁻¹;

$G_{\text{бал.1}}$ - расход зерна по балансу, поступающего на I драную систему, кг·с⁻¹.

При однотипных схемах технологического процесса размольного отделения мукомольного завода, чем меньше оборот продукта и число перекидных материалопроводов, тем более качественная компоновка пневмотранспортных установок и технологического оборудования.

9 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В дипломных проектах студентами технологических специальностей расчёты по обоснованию района строительства предприятия, выбору пункта его размещения, определению мощности, обоснованию состава производства и ассортимента продукции выполняются упрощённо и в сокращённом объёме. Студенты составляют содержание первого раздела организационно-экономической части дипломных проектов по двум темам: «Проект нового предприятия», «Проект реконструкции (технического перевооружения) действующего предприятия». По теме «Проект нового предприятия» расчёты следует ограничивать обоснованием района строительства, выбором пункта размещения предприятия и определением его мощности. Выбор пункта размещения рекомендуется осуществлять без выделения зон потребления (сырьевых зон) путём сопоставления потребности в продукции (объёма производства сырья) с возможным её производством (переработкой сырья) по нескольким наиболее важным пунктам (микрорайонам) района обоснования. При небольшом числе отобранных пунктов (заданных или предполагаемых) расчёты целесообразно совмещать с обоснованием района строительства и соответственно строить баланс производства и потребления продукции (производства и переработки сырья). Мощность предприятия выбирается исходя из недостатка продукции (излишка сырья) района по балансу мощности и имеющихся типовых проектов. Обоснование должно включать: краткую характеристику района или пункта, расчёт потребности в продукции (производства и переработке сырья), расчёт мощности предприятия, выводы.

По теме «Проект реконструкции (технического перевооружения) действующего предприятия» обосновывающие расчёты могут быть выполнены в той же последовательности, что и для нового строительства. Исключается лишь выбор пункта расположения предприятия, поскольку он известен. Но расчёты в потребности продукции и возможного её производства по пункту (микрорайону) размещения предприятия, могут быть произведены с целью определения количества дополнительной продукции, которая будет реализовываться на месте. Основное отличие в содержании расчётов при указанной последовательности их выполнения в развёрнутой характеристике и обосновании производственных возможностей действующего предприятия после реконструкции. Производственные возможности других предприятий района достаточно показать в общем виде. Другой путь построения обосновывающих расчётов состоит в том, что после краткой характеристики района подробно рассматриваются производственные возможности действующего предприятия по выпуску продукции после реконструкции и в общем виде - остальных, а затем уже выполняются расчёты потребности в продукции (производства сырья) района на перспективу и составляются балансы.

Содержание обосновывающих расчётов по обеим темам зависит от

полноты исходных данных, которые будут собраны студентом в период преддипломной практики и установлены по литературным и другим источникам.

Мукомольные заводы тяготеют к районам потребления продукции. Их продукция - мука - в основном используется на продовольственные цели. Сюда относится реализация муки хлебопекарной, макаронной, кондитерской (бисквитное производство) и некоторым другим отраслям пищевой промышленности, предприятиям общественного питания, продажа населению через торговую сеть.

Основные этапы методики обоснования районов строительства и общего прироста производственных мощностей в них для предприятий мукомольной промышленности следующие:

- определяется потребность в продукции проектируемых предприятий в избранных районах.

- устанавливается возможный объём производства продукции на действующих и строящихся предприятиях этой отрасли в тех же районах.

- выявляется недостаток или излишек продукции проектируемых предприятий в районах обоснования. Для этого сопоставляются и анализируются данные о потребности в продукции и возможном её производстве. Сопоставление и анализ указанных данных ведут в специальной таблице, которая называется «Балансом производства и потребления продукции».

Расчёт потребности населения в продукции предприятий выполняется исходя из перспективной численности и проектируемой нормы потребления.

Норма потребления устанавливается на одного человека в год и именуется среднедушевой нормой потребления.

Для определения перспективной численности населения необходимо знать численность на момент составления обоснования (начальная численность) и прирост населения на перспективу. Различают естественный и механический приросты населения.

Естественный прирост населения за несколько лет можно учесть путём расчёта перспективной численности населения

$$Ч_n^{еп} = Ч_n \cdot (1 + K_n^{еп}/100)^t, \quad (9.1)$$

где $Ч_n^{еп}$ - численность населения перспективная с учётом естественного прироста, человек;

$Ч_n$ - численность населения начальная, человек;

$K_n^{еп}$ - коэффициент естественного прироста населения, перспективный, %;

t - период времени, принятый в расчётах при составлении обоснования, года.

Начальная численность населения устанавливается по данным статистического учёта, который ведут местные - областные (краевые) статистические управления.

Под механическим приростом населения понимается разность между числом прибывших на данную территорию и числом выбывших за её пределы за определённый промежуток времени.

Общая численность населения на перспективу находится как сумма перспективной численности с учётом естественного прироста и величины механического прироста

$$Ч_n^o = Ч_n^{еп} + П_a^M = Ч_n \cdot (1 + K_n^{еп}/100)^t + П_a^M, \quad (9.2)$$

где $Ч_n^o$ - общая численность населения на перспективу, человек;

$П_a^M$ - абсолютный механический прирост населения, человек.

При составлении обоснований в масштабе областей и краёв на относительно небольшую перспективу без больших погрешностей можно пользоваться более простой формулой

$$Ч_n^o = Ч_n \cdot (1 + K_n^{еп}/100) + П_a^M. \quad (9.3)$$

Наиболее сложным и важным в расчётах потребности населения в продукции проектируемых предприятий хранения и переработки зерна является вопрос о нормах потребления. Эти нормы представляют собой непостоянные величины. По мере улучшения благосостояния людей растёт спрос на высококачественные и высококалорийные продукты, меняется структура питания. Потребление одних продуктов сокращается, других - увеличивается.

Нормы Института питания учитывают влияние всех указанных выше факторов, но они являются средними и даются, как правило, для страны в целом. Для отдельных регионов нормы нужно дифференцировать. Дифференцирование средних норм душевого потребления производится чаще без применения какой-либо жёсткой расчётной основы. Более правильно производить расчёт с помощью коэффициента отклонений среднего фактического потребления продукта от средней нормы. Если, например, фактическое потребление продукта составляет по стране 128,6 кг на одного человека в год, а среднедушевая норма потребления 110 кг, то указанный коэффициент отклонений будет равен 0,86 (110:128,6). При фактическом потреблении продукта в районе обоснования 136,6 кг перспективная норма душевого потребления для него составит 117,5 кг (136,6 · 0,86). Аналогично может быть дифференцирована норма потребления для региона в который входит район обоснования.

Годовая потребность населения в продукции на перспективу, т.е. плановый объём потребления за год определяется

$$Q_{пр}^{пл} = Ч_n^o \cdot Н_n, \quad (9.4)$$

где $Q_{пр}^{пл}$ - плановый объём потребления за год, т;

$Н_n$ - нормы потребления, кг.

Годовой дефицит продукции составит

$$D_{пр} = Q_{пр}^{пл} - Q_{пр}^ф, \quad (9.5)$$

где $D_{пр}$ - годовой дефицит продукции, т;

$Q_{пр}^ф$ - фактический объём продукции, вырабатываемый имеющимися

предприятиями за год, т.

Дефицит мощности определяется

$$D_m = (D_{пр} \cdot 100) / (T_{п} \cdot H_{в}), \quad (9.6)$$

где D_m - дефицит мощности, т/сут;

$T_{п}$ - рабочий период за год, сут;

$H_{в}$ - норма выхода продукции, %.

При реконструкции определяют возможное увеличение мощности завода по длине вальцовой линии и удельной нагрузке на 1 см длины вальцовой линии, которую выбирают в зависимости от типа помола.

Пример.

На реконструируемом заводе возможно установить двадцать вальцовых станков. Помол хлебопекарный сортовой, удельная нагрузка составляет 70 кг/(сут·см).

Решение.

Производительность мукомольного завода составит

$$Q_{мз} = (n \cdot l \cdot a) / 1000, \quad (9.7)$$

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

n - количество вальцовых станков, которые можно установить с соблюдением требований по технике безопасности, шт;

l - длина вальцовой линии одного станка, см;

a - удельная нагрузка на 1 см длины вальцовой линии, кг/(см · сут).

$$Q_{мз} = (20 \cdot 200 \cdot 70) / 1000 = 280 \text{ т/сут.}$$

Определение возможного объёма производства продукции на действующих предприятиях. За исходную основу решения этой задачи принимается производственная мощность действующих и проектная мощность строящихся предприятий. Величина производственной мощности не является постоянной. Замена одного типа ведущего оборудования другим, установка дополнительных ведущих машин приводят к изменению величины производственной мощности, как правило, к её увеличению, что нужно учитывать в обоснованиях.

С другой стороны, в силу различных причин установленная для предприятия производственная мощность не всегда может использоваться полностью. Это относится как к сменной и суточной производственной мощности, так и к годовой. Возникает необходимость определять возможный объём производства продукции действующих предприятий с учётом коэффициента использования мощности.

Таким образом, приняв за основу при определении возможного объёма производства продукции действующих предприятий их производственную мощность на момент составления обоснования, нужно учесть изменение мощности в перспективе, установить её величину и уровень использования на конец перспективного периода. Мощность строящихся предприятий может

также изменяться после ввода в эксплуатацию, что необходимо принимать во внимание в расчётах.

Важным вопросом обоснования перспективного объёма производства продукции на действующих предприятиях является степень их физического и морального износа.

Перспективные балансы производства и потребления продукции могут составляться по различным формам. При разработке единичных расчётов рекомендуется пользоваться формой, показанной в таблице 9.1. Необходимые данные приводятся в ней по всей продукции и в целом по району обоснования на один или несколько перспективных периодов.

В более полном виде перспективный баланс производства и потребления продукции содержит расшифровывающие строки и графы. Расчёты по каждому этапу обоснования даются в отдельных строках баланса по годам. Расчёты всех показателей производятся по видам продукции. Их итоги приводятся наряду с суммирующими показателями в отдельных графах баланса. Такие данные позволяют обосновать групповой ассортимент продукции проектируемых предприятий, получить исходный материал для решения вопроса о составе производств.

Таблица 9.1 - Баланс производства и потребления продукции по району обоснования, тыс. т. в год

Показатели расчёта	Периоды	
	первый	второй
Потребность в продукции проектируемых предприятий	705,0	755,0
Производство продукции на действующих и строящихся предприятиях, включая завоз из других районов	580,0	600,0
Недостаток (-), излишек (+) продукции	-125,0	-155,0

Наряду с перспективным, при разработке единичных обоснований, следует составлять фактический баланс производства и потребления продукции. Он разрабатывается на момент составления обоснования и показывает конкретных потребителей продукции проектируемого предприятия, их размещение, источники покрытия потребности.

Особую группу составляют балансы, которые условно можно именовать конечными балансами производственных мощностей. Они разрабатываются после завершения обоснования районов строительства и решения некоторых других вопросов (обоснования пунктов строительства, мощности и типа проектируемых предприятий, ассортимента их продукции). Конечные балансы дают итоговую картину по району обоснования в использовании производственных мощностей после ввода в эксплуатацию проектируемых предприятий. Рекомендуемая форма такого баланса показана в таблице 9.2.

Таблица 9.2 - Баланс производственных мощностей по району обоснования, тыс. т. в год

Показатели расчёта	Периоды	
	первый период	второй период
Необходимые производственные мощности	24,8	26,3
Производственные мощности действующих и строящихся предприятий	3,7	26,0
Проектируемый ввод производственных мощностей	20,0	–
Производственные мощности действующих, строящихся и проектируемых предприятий	23,7	26,0
Ожидаемый недостаток (-), излишек (+) производственных мощностей после ввода в эксплуатацию проектируемых предприятий	-1,1	-0,3

Итоговая картина по району обоснования может быть представлена в виде баланса по продукции. В этом случае первая и последняя строки таблице 9.2 исключаются, а в конце её добавляются три новые: выработка продукции, потребность в продукции, недостаток или излишек продукции.

Выбор пункта размещения мощностей. Правильный выбор пункта строительства предприятия имеет большое значение в обеспечении эффективности капиталовложений. Процесс производства на мукомольных заводах характеризуется большими затратами сырья при сравнительно незначительных затратах труда и электроэнергии. Поэтому решающую роль в выборе пункта строительства играют транспортные расходы, связанные с доставкой сырья, топлива и реализацией готовой продукции. Населённый пункт, обеспечивающий наименьшие транспортные расходы, является, как правило, наиболее приемлемым для строительства предприятия.

Выбор пункта строительства рекомендуется осуществлять путём сопоставления потребности в продукции (объёма производства сырья) с возможным её производством (переработкой сырья) по нескольким наиболее важным пунктам (микрорайонам) района обоснования. При этом за основу следует принимать микрорайоны с наибольшим дефицитом продукции. Отобрав несколько таких микрорайонов анализируют по каждому из них транспортную сеть, а также распределение потребления и устанавливают возможные пункты размещения предприятия. В итоге получают ряд пунктов, в которых строительство предприятия наиболее вероятно. Далее находят соответствующие им транспортные расходы по вывозу продукции и завозу сырья и выбирают пункт, для которого величина этих расходов будет наименьшей.

Обоснование ассортимента продукции и состава производств проектируемых предприятий. Увеличение производственной мощности предприятий в районах обоснования может быть осуществлено путём строительства предприятий не только различной производительности, но и

разного типа. В рамках отдельного производства тип предприятия определяется структурой, ассортиментом его продукции, т.е. уровнем специализации.

В части обоснования специализации отдельных производств как общая тенденция принимается выработка на каждом предприятии широкого ассортимента продукции. Однако концентрация производства отдельных видов продукции не исключается и учитывается в процессе обоснования. Концентрация производства отдельных видов продукции на одном предприятии позволяет либо полнее загрузить установленное оборудование и улучшить использование производственной мощности (действующие предприятия), либо использовать для выработки продукции более производительные машины (новое строительство). В обоих случаях снижаются затраты на выпуск продукции, растёт производительность труда. Если снижение затрат равно или превышает увеличение транспортных расходов по завозу сырья и вывозу продукции, то концентрация производства эффективна.

В общем случае обоснование ассортимента продукции проектируемых производств нужно начинать с расчёта её количества по видам, подлежащим выработке в районе обоснования. В пределах ассортимента, охватываемого принятой нормой, расчёты выполняются исходя из структуры потребления на перспективу. Ассортимент продукции проектируемых предприятий получают как разность между рассчитанной потребностью по видам, возможным производством на действующих и строящихся предприятиях района обоснования и завозом некоторых её видов из других районов в связи с концентрацией и специализацией их производства. Проект предприятия (технологического цеха) подбирают так, чтобы обеспечить наиболее полное удовлетворение потребности в отдельных видах продукции.

Способ определения ассортимента продукции отдельных производств, который применяется в общем случае, является основным. Исходными данными для него являются структура продукции на перспективу и общая потребность в ней по району обоснования. Последняя устанавливается по перспективному балансу производства и потребления продукции.

В частных случаях обоснования специализации производства используется другой, более простой способ выполнения расчётов. Он применяется в условиях, когда действующие и проектируемые предприятия не различаются по уровню специализации, т.е. универсальны, а ассортимент продукции необходим лишь для определения их производственной мощности и технико-экономических показателей работы. Расчёты в таких случаях могут выполняться на объём производства зоны потребления проектируемых предприятий. В качестве исходных данных, кроме структуры продукции на перспективу, используется её недостаток, определяемый также по указанному балансу.

Далее приводится пример, иллюстрирующий технику выполнения и составления обосновывающих расчётов в дипломных проектах

технологических специальностей в мукомольной отрасли. В этом примере используется минимум данных, которые нужно иметь для выполнения первого раздела организационно-экономической части дипломного проекта. Одновременно сделаны оговорки в отношении других данных, которые следовало бы использовать. Если представилась возможность их получить, то обосновывающие расчёты соответственно расширяются или усложняются, а указанные оговорки снимаются.

Пример. Обоснование необходимости строительства мельзавода сортового помола пшеницы мощностью 250 т зерна в сутки в заданной области.

Краткая характеристика района строительства. Область расположена в западной части России. Её территория составляет 39,7 тыс. км². Область делится на 24 административных района, имеет 11 городов и 29 посёлков городского типа. Население области 1312 тыс. человек. Более плотно заселены центральные и западные районы. Доля городского населения - 54,9 %. Наиболее крупные города: Рязань, Касимов, Скопин, Сасово.

Область является крупным индустриальным районом. Большое развитие получила пищевая промышленность (19,5 % промышленной продукции). Она представлена предприятиями мукомольной, пивоваренной, сахарной, кондитерской, мясной, молочной и других отраслей промышленности. Сельское хозяйство области многоотраслевое. В полеводстве ведущую роль играют посевы зерновых культур. Зерновые (главным образом, пшеница, ячмень) занимают 63 % посевных площадей.

Транспортная сеть области хорошо развита. Её территорию пересекают железнодорожные и автомобильные магистрали. Самые крупные из них: Москва - Куйбышев, Москва - Волгоград. Наиболее значимыми железнодорожными станциями являются Шацк, Касимов, Сасово, Рязань. Автомобильные дороги государственного значения проходят через Рязань, Шацк, Путятино.

Расчёт потребности в муке. Основными потребителями муки являются предприятия хлебопекарной, макаронной, кондитерской отраслей промышленности, общественного питания, а также население. Учитывая, что продукция указанных отраслей промышленности в конечном итоге потребляется населением, расчёт потребности в муке выполнен исходя из его численности и среднедушевой нормы потребления муки. Расчёты произведены на перспективу 12 последующих лет. Численность населения области на момент составления обоснования ($Ч_n$) принята 1312 тыс. человек. Расчёт перспективной численности населения ($Ч_{п}$) выполнен по формуле (10.2).

Коэффициент естественного прироста численности населения на перспективу ($K_n^{еп}$) определён с учётом отчётных данных о его величине по области. В предыдущие годы его величина по области колебалась от минус 0,04 до плюс 0,2 %. На момент составления обоснования коэффициент оказался равным плюс 0,21 %. Учитывая совершенствование медицинского

обслуживания на перспективу принято его значение 0,35 %. Данные о механическом приросте населения (P_a^M) получить не представилось возможным, поэтому этот показатель не учитываем, т.е. $P_a^M = 0$. Период времени (t) в данных условиях расчёта составит 12 лет. Перспективная численность населения будет

$$Ч_{п} = 1312 \cdot (1 + 0,35^{12}/100)^{12} = 1368,2 \text{ тыс. человек.}$$

Фактически среднедушевое потребление муки за последние три года составило по области от 130,5 до 128,6 кг в год, по стране от 132,9 до 130,9 кг. Потребление по стране значительно выше нормы рекомендуемой Институтом питания на перспективу. Учитывая большой разрыв между рекомендуемым и фактическим уровнем среднедушевого потребления муки, перспективная норма потребления для района обоснования определяется с помощью корректировки фактического среднедушевого уровня потребления на коэффициент, представляющий собой отношение нормы потребления муки по стране (124 кг), к фактическому её уровню (130,9 кг) по тому же региону ($124/130,9 = 0,947$). Перспективная норма среднедушевого потребления муки для области составит $128,6 \cdot 0,947 = 121,8$ кг.

Среднедушевая норма потребления ржаной муки по рекомендациям Института питания должна составлять до 25 кг. Фактически по области и в республике в расчёте на душу населения её производится значительно меньше. Учитывая рекомендации Института питания по увеличению производства и потребления ржаной муки и доведение его до указанной нормы, в расчётах принимается следующий состав перспективной нормы среднедушевого потребления муки для района обоснования: Ржаная мука - 25 кг, пшеничная мука - 96,8 ($121,8 - 25,0 = 96,8$).

Часть муки производится и потребляется в области в виде обойной. По отчётным данным, потребление обойной муки за последние три года составило по области от 15,6 до 14,7 %, по стране – от 10,8 до 10,2 %. Однако среднедушевое потребление обойной муки предусмотрено на перспективу 8,8 кг в год, так как предусмотрено уменьшение её потребления в перспективе. Соответственно понижены нормы потребления сортовой муки. Итоги расчёта потребности в муке по району обоснования представлены в таблице 9.3.

Таблица 9.3 - Расчёт перспективной потребности в муке

Перспективная численность населения, тыс. человек	Норма среднедушевого потребления муки, кг в год			
	Всего	в том числе		обойной
		сортовой		
		пшеничной	ржаной	
1368,2	121,8	92,4	20,6	8,8
Перспективная численность населения, тыс. человек	Потребность в муке, тыс. т			
	Всего	в том числе		обойной
		сортовой		
		пшеничной	ржаной	
1368,2	166,6	126,4	28,2	12

Производство муки на действующих и строящихся мукомольных предприятиях области. Мукомольная промышленность области представлена пятью предприятиями. Среди них наиболее совершенным является Михайловский комбинат хлебопродуктов (год постройки - 1974). Комбинат перерабатывает пшеницу в муку трёхсортного помола с общим выходом 75 %. Суточная производственная мощность на момент составления обоснования составляет 235 т, рабочий период - 305 сут, годовая выработка муки - 53,8 тыс. т. Комбинат не располагает резервами наращивания производственной мощности.

Вторым по значению мукомольным предприятием области является комбинат хлебопродуктов, расположенный в г. Рязани. Его строительство относится к 1966-1967 гг. Основной корпус мельницы представляет собой кирпичное здание с бетонными перекрытиями и бетонной крышей. В нём размещено оборудование размольного отделения сортовой мельницы. В пристройках к основному корпусу расположено оборудование зерноочистительного и выбойного отделения сортовой мельницы, а также оборудование обдирного помола ржи. Мельница имеет крупный элеватор, склад бестарного хранения муки на 500 т. Техническое состояние мельзавода в целом удовлетворительное, но плотность компоновки машин в технологическом цехе предельная, проходы между машинами кое-где нарушены. Ситовеечный процесс не развит и построен по случайной схеме. На комбинате вырабатывают пшеничную муку с выходом в 75 % и ржаную обдирную с выходом 87 %. Суточная мощность соответственно составляет 140 и 80 т зерна, рабочий период 305 и 312 суток. На перспективу можно принимать реконструкцию технологического цеха с понижением мощности по помолу пшеницы на 40-50 т в сутки.

Третье предприятие, которое следует особо выделить, Новодеревенский комбинат хлебопродуктов. Он специализируется в основном на двухсортном помоле пшеницы. Его суточная мощность по этому помолу - 115 т, рабочий период 305 сут. Кроме того, в состав комбината входит отделение по выработке обойной муки с выходом 96 %. Технологическое оборудование комбината расположено в непригодном здании, которое неоднократно перестраивалось и укреплялось (перекрытие). Современным требованиям оно не отвечает. Для хранения зерна используются склады бывшей реализационной базы, часть которых находится в аварийном состоянии. Намечается вывод этого комбината из эксплуатации в случае строительства новых предприятий.

Остальные два предприятия вырабатывают по мере необходимости пшеничную обойную, ржаную обдирную и обойную муку. В дальнейшем они будут вырабатывать тот же ассортимент продукции. Расчёт возможного объёма производства сортовой муки на действующих предприятиях на перспективу представлен в таблице 9.4. Рабочий период принят с учётом режима работы - 305 сут. Фактический выход муки соответствует принятому на перспективу.

Таблица 9.4 - Расчёт производства муки действующими предприятиями на перспективу

Наименование предприятия	Вид помола	Суточная производственная мощность, т зерна	Рабочий период, сут.	Годовой объём переработки и зерна, тыс. т	Выход муки, %	Годовое производство сортовой муки, тыс. т	
						пшеничной	ржаной
Михайловский комбинат хлебопродуктов	Трёхсортный пшеничный	235	305	71,7	-	53,8	-
Рязанский комбинат хлебопродуктов	Трёхсортный пшеничный	90	305	27,5	75	20,6	-
	Ржаной обдирный	80	305	24,4	75	-	21,2
Итого		-	-	123,6	87	74,4	21,2

Баланс производства и потребления муки. Он приведён в таблице 9.5 и отражает итоги основных, ранее выполненных расчётов.

Таблица 9.5 - Перспективный баланс производства и потребления сортовой муки

Статья баланса	Всего, тыс. т	В том числе сортовая	
		пшеничная	ржаная
Потребность в муке	154,6	126,4	28,2
Производство муки на действующих предприятиях	95,6	74,4	21,2
Недостаток (-), излишек (+) муки	-59,0	-52,0	-7,0

По данным баланса в перспективе по области намечается недостаток сортовой пшеничной муки в количестве 52,0 тыс. т в год и в значительно меньшей степени сортовой ржаной муки. Поэтому нужно наращивать мощности мукомольной промышленности путём нового строительства, прежде всего по сортовому помолу пшеницы.

Мощность проектируемого предприятия. Исходя из недостатка в сортовой пшеничной муке (52000 т), необходимая суточная мощность мельзавода при выходе муки 75 %, рабочем периоде 305 сут и коэффициенте использования мощности, равном единицы, составит:

$$52000 \cdot 100 / (75 \cdot 305 \cdot 1) = 227,3 \text{ т.}$$

С учётом этих данных строительство мельзавода сортового помола пшеницы заданной мощности (250 т зерна в сутки) представляется для области

целесообразным.

Выбор пункта строительства. В качестве возможных пунктов строительства отобраны наиболее крупные пункты потребления сортовой муки. Данные о производстве и потреблении сортовой пшеничной муки по ним приведены в таблице 9.6. Исходя из этих данных, наиболее приемлемым пунктом для размещения нового мельзавода является г. Рязань. Примерно 50 % его продукции может быть реализовано на месте.

Расчёты и анализ технико-экономических показателей в дипломных проектах. Расчёты технико-экономических показателей производят студенты технологических специальностей при выполнении дипломных проектов на темы: «Проект нового предприятия», «Проект реконструкции (технического перевооружения) действующего предприятия». Объём расчётов рекомендуется ограничивать определением от 10 до 12 наиболее важных показателей, а именно: объёма выработки продукции в натуральном выражении (всего и по основным видам), товарной продукции, нормативно-чистой продукции (при исчислении производительности труда по ней), численности персонала, производительности труда, себестоимости единицы продукции или затрат на 1 руб. Товарной продукции, прибыли, стоимости основных фондов и норматива оборотных средств, общей рентабельности производства, фондоотдачи, удельных капитальных вложений, срока окупаемости капитальных вложений.

Таблица 9.6 - Потребность и производство муки в пунктах потребления

Пункт Строительства	Численность населения, тыс. человек	Потребность в муке, тыс. т	Производство муки, тыс. т	Недостаток (-), излишек (+) муки, тыс. т
г. Рязань	508	46,9	20,6	-26,3
г. Касимов	34	3,1	–	-3,1
г. Сасово	26	2,4	–	-2,4
г. Скопин	36	3,3	–	-3,3

При новом строительстве указанные показатели по проекту следует сопоставлять с аналогичными показателями типовых проектов либо с нормативами удельных капитальных и текущих затрат. Чтобы получить правильные выводы, нужно обеспечить сопоставимость первых показателей со вторыми. Это достигается использованием в расчётах первых показателей норм и различных нормативов, заложенных при определении показателей типовых проектов или нормативов капитальных и текущих затрат (цены, тарифы, нормы расхода сырья и т.п.). Исключение составляют только нормы и нормативы, изменение которых обусловлены решениями, принятыми в дипломном проекте. С краткой характеристики этих изменений и принимаемых новых значений соответствующих норм и нормативов необходимо начинать расчёты технико-экономических показателей проекта.

При анализе показателей за основные принимают себестоимость единицы продукции и удельные капитальные вложения. Если их изменения равнонаправлены, то рассчитывается срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, который сравнивается с нормативным значением для отрасли (8,3 - для зерноперерабатывающих предприятий). Тот же вывод об эффективности решений дипломного проекта получим, если сравним сроки окупаемости капитальных вложений в принятой системе показателей. В частных случаях, когда проектные решения связаны с улучшением использования сырья и увеличением на этой основе выработки продукции, вместо себестоимости единицы продукции при расчёте и анализе можно пользоваться затратами на 1 руб. товарной продукции или величиной прибыли с единицы продукции.

Расчёты выработки продукции нужно начинать с анализа пропорций потока на поточных линиях или в цехе в целом и установления возможной часовой выработки по видам продукции. Зная рабочий период за смену (разность между продолжительностью смены и временем регламентированных перерывов), можно найти сменную выработку продукции, а затем суточную и годовую. В переменном потоке расчёты годовой выработки продукции выполняют с учётом принятого или заданного соотношения отдельных её видов. Товарная продукция в действующих и сопоставимых ценах (нормативно-чистая продукция) определяется умножением количества продукции по видам на соответствующие цены (нормативы) и сложением полученных данных.

Основной расчёт по себестоимости продукции рекомендуется выполнять по элементам сметы затрат на производство: сырьё и основные материалы; покупные изделия, полуфабрикаты, работы и услуги производственного характера; вспомогательные материалы; топливо; электроэнергия; заработная плата основная и дополнительная; отчисления на социальное страхование; амортизация основных фондов; прочие расходы. Сумма этих затрат образует производственную себестоимость продукции. Прибавив к ней внепроизводственные расходы, получим полную себестоимость продукции.

Остальные технико-экономические показатели проекта являются производными. Производительность труда определяется как отношение нормативно-чистой продукции к численности персонала. Прибыль от реализации продукции равна разности между товарной продукцией в действующих ценах и её полной себестоимостью. Для нахождения общей рентабельности прибыль от реализации продукции условно относится к стоимости основных фондов и нормируемых оборотных средств. Фондоотдачу находят делением товарной продукции на стоимость основных фондов и т.д.

В дипломных проектах, посвящённых реконструкции (техническому перевооружению) действующих предприятий, рекомендуется определять хозрасчётную эффективность её проведения. Для этого используется та же система показателей, что и в случае проектирования нового строительства.

Значения показателей до реконструкции сравнивают с их величиной после реконструкции. Исключение составляет один показатель - срок окупаемости капитальных вложений, необходимых для реконструкции. Он определяется отдельно, как отношение их суммы к приросту прибыли. Его величина сравнивается с нормативным значением для отрасли, и делаются выводы об эффективности реконструкции. Для обеспечения сопоставимости показатели после реконструкции определяются исходя из их значений до реконструкции. Расчётом устанавливается изменение каждого показателя (прирост, уменьшение). Значение показателя после реконструкции получают путём увеличения или уменьшения его величины до реконструкции. Прирост или уменьшение показателей находят, используя те же соотношения расчётных элементов, которые заложены в показателях до реконструкции. Их выявляют определёнными приёмами - расчёт средней цены единицы продукции и т.п.

10 ОХРАНА ТРУДА

10.1 Размещение оборудования

Размещение производственного оборудования должно быть осуществлено таким образом, чтобы его монтаж, обслуживание и ремонт были удобны, безопасны и способствовали содержанию помещений и оборудования в надлежащем санитарном состоянии.

При размещении стационарного оборудования необходимо предусматривать свободные проходы для его обслуживания и ремонта. Ширину проходов следует определять как расстояние от выступающих строительных конструкций (коммуникационных систем) до наиболее выступающих частей оборудования.

Поперечные и продольные проходы, связанные непосредственно с эвакуационными выходами на лестничные клетки или в смежные помещения, а также проходы между группами машин и станков должны быть шириной не менее 1,0 м, а между отдельными машинами и станками - шириной не менее 0,8 м.

Вальцовые станки могут быть установлены группами при условии, если в каждой группе будет не более пяти станков, общей длиной вместе с электродвигателями не более 15 м и с учётом возможности производить работы по смене рабочих валков на любом станке, не останавливая работы остальных станков в группе.

Между стенами здания и рассевами должны предусматриваться проходы шириной не менее 1,25 м, проходы между рассевами типа ЗРМ по их длинной стороне - не менее 1,15 м, а по короткой стороне - не менее 1,0 м. Проходы между рассевами типа ЗРШ, РЗ-БРБ, РЗ-БРВ по их короткой стороне - не менее 1,15 м, а по длинной стороне - не менее 1,0 м при однорядном расположении рассевов; при двухрядном продольном расположении рассевов этого типа проходы должны быть шириной не менее 1,15 м по их короткой и длинной сторонам.

Не допускается установка группами рассевов, сепараторов, обоечных и моечных машин, а также другого оборудования, требующего подходов к нему для обслуживания со всех сторон.

С боковых сторон ситовечных машин должны быть предусмотрены проходы шириной не менее 0,8 м, свободные от аспирационных трубопроводов.

При компоновке вертикальных круглых щёточных машин группами расстояние между отдельными машинами в группе должно быть не менее 0,7 м.

Проходы у весового карусельного устройства для фасовки и упаковки муки со всех сторон должны быть шириной не менее 2,0 м.

Проходы между двумя сепараторами, а также между сепараторами и конструктивными элементами здания должны быть:

- для сепараторов с боковой выемкой решёт: со стороны приводного вала

шириной не менее 1,0 м, а с боковых сторон - не менее 1,2 м;

- для сепараторов с круговым вращением решёт - шириной не менее 1,4 м, с боковых сторон - не менее 1,0 м;

- для всех сепараторов проход со стороны выпуска зерна шириной не менее 0,7 м.

Со стороны выпуска зерна у сепараторов допускается установка норийных труб на расстоянии не менее 0,15 м от габарита сепаратора в тех случаях, когда на выходе зерна у сепаратора отсутствует устройство магнитной защиты.

Проходы у башмака нории должны быть с трёх сторон подлежащих обслуживанию, шириной не менее 0,7 м.

В производственных зданиях, галереях, тоннелях вдоль трассы конвейеров при их размещении должны быть предусмотрены проходы по обе стороны конвейера для безопасного монтажа, обслуживания и ремонта.

Ширина проходов для обслуживания конвейеров должна быть не менее:

- 0,75 м - для ленточных и цепных конвейеров;

- 1,00 м - между параллельно установленными конвейерами.

Ширина прохода между параллельно установленными конвейерами, закрытыми по всей трассе жёсткими коробами или сетчатыми ограждениями, может быть уменьшена до 0,7 м.

При наличии в проходе между конвейерами строительных конструкций (колонн, пилястр и т.п.), создающих местное сужение прохода, расстояние между конвейерами и строительными конструкциями должно быть не менее 0,5 м по длине прохода до 1,0 м. Эти места прохода должны быть ограждены.

При наличии на конвейерах разгрузочных тележек ширина прохода должна быть увеличена с учётом размеров тележки.

Оборудование, не имеющее движущихся частей, как-то: самотёчный трубопровод, материалопроводы, воздухопроводы, норийные трубы и т.п., может быть расположено (своими сторонами, не требующими обслуживания) у стен и колонн с разрывом от них не менее 0,25 м.

10.2 Приводы и ограждения оборудования

Все вновь устанавливаемые машины, станки, аппараты и механизмы должны иметь приводы от индивидуальных электродвигателей.

Ограждения ремней должны обеспечивать удобное и безопасное набрасывание ремня на обод шкива, надевание и сбрасывание ремня, обеспечивать прочность и устойчивость при возможном разрыве или расшивке ремня.

При прохождении ремней через перекрытие отверстия в полу для каждой ветви ремня должны быть шире ремня не менее чем на 20 мм и обрамляться патрубком высотой не менее 200 мм. Эти патрубки устраиваются независимо от общего ограждения для предупреждения попадания каких-либо предметов

на нижележащий этаж при уборке помещений.

Ограждения ремённых передач от электродвигателя к машинам и на машинах при расстоянии между осями ведущего и ведомого шкивов до 1 м могут быть неразъёмными, при расстоянии от 1 до 1,5 м - с продольным разъёмом и при расстоянии более 1,5 м - с откидными головками и продольным разъёмом.

Шкивы и приводные ремни, расположенные на расстоянии более 250 мм от корпуса машины, должны ограждаться со всех сторон.

10.3 Производственный шум и вибрация

На всех предприятиях должны предусматриваться мероприятия, выполнение которых должно обеспечивать на рабочих местах и в рабочих зонах, в производственных помещениях и на территории предприятий уровень шума, не превышающий допустимые нормы.

Для ослабления шума и вибрации оборудование, вызывающее вибрацию и шум выше установленных норм (моторы, двигатели, вентиляторы и др.), должно устанавливаться на шумоизолирующих фундаментах и основаниях, виброизолированных от пола и других конструкций зданий, а если этого недостаточно - в отдельных изолированных помещениях. Жёсткое крепление такого оборудования непосредственно к ограждающим конструкциям зданий не допускается.

К эксплуатации может быть допущено оборудование, при работе которого вибрация не превышает величин, установленных санитарными нормами.

10.4 Технические устройства

10.4.1 Взрыворазрядители

Взрыворазрядители предназначаются для предотвращения роста давления взрыва в объёме защищаемого оборудования выше допустимого уровня с целью его защиты от разрушения и предотвращения возможности распространения продуктов горения в производственные помещения.

Взрыворазрядителями должно защищаться следующее оборудование, в котором обращаются горючие вещества органического или неорганического происхождения:

- нории;
- фильтры и циклоны аспирационных установок (для действующих предприятий требование является рекомендуемым);
- рециркуляционные зерносушилки с камерами нагрева;
- шахтные зерносушилки с подогревателями, каскадные нагреватели.

На действующих мукомольных заводах на нориях I-10 и I-20 допускается не устанавливать взрыворазрядители.

При проектировании новых, реконструируемых и технически перевооружаемых производств и объектов должна предусматриваться система локализации взрывов.

Система локализации взрывов должна обеспечивать разделение общей технологической линии на более короткие участки, локализованные путём установки огнепреграждающих и взрыворазрядных устройств (шлюзовые затворы, винтовые конвейеры, порционные весы, быстродействующие задвижки, аэрозольгазовые затворы и др.).

При проектировании предприятий установка взрыворазрядителей должна быть предусмотрена проектной документацией.

Расчет взрыворазрядителей представлен в «Проектирование мукомольных заводов. ЧАСТЬ 1 Проектирование подготовительного отделения».

10.4.2 Технические устройства

Нории должны быть оснащены реле контроля скорости (РКС), датчиками подпора, устройствами контроля сбегания ленты, а также автоматически действующими тормозными устройствами, предотвращающими обратный ход ленты при внезапных остановках норий.

Стационарные ленточные конвейеры со скоростью движения ленты 1 м/сек и более должны быть оснащены РКС. На цепных и винтовых конвейерах должны быть предусмотрены устройства, предохраняющие конвейеры от переполнения короба продуктом сливные самотёки в бункера и силосы, оснащённые датчиками верхнего уровня; предохранительные клапаны с концевыми выключателями; датчики подпора или другие устройства. На цепных конвейерах должна быть предусмотрена установка устройств контроля обрыва цепи.

Перед вальцовыми станками, деташерами, энтолейторами, бичевыми машинами и другими машинами ударного действия должно быть установлено магнитное ограждение. Если энтолейтор или деташер установлен непосредственно за вальцовым станком, то магнитную защиту допускается устанавливать только перед вальцовым станком.

10.5 Электробезопасность

Для защиты людей от поражения электрическим током при повреждениях изоляции должна быть применена по крайней мере одна из следующих защитных мер: зануление, заземление, распределительный трансформатор, малое напряжение, двойная изоляция.

Зануление (заземление) электроустановок следует выполнять:

- при напряжении 380 В и выше переменного тока - во всех электроустановках;

- при напряжении выше 42 В, но ниже 380 В переменного тока и выше 110 В постоянного тока - только в помещениях с повышенной опасностью,

особо опасных и в наружных установках.

К частям электроустановок, подлежащим занулению или заземлению, относятся:

- корпуса электрических машин, аппаратов, трансформаторов, светильников;
- приводы электрических аппаратов;
- вторичные обмотки измерительных трансформаторов;
- металлические каркасы распределительных щитов-пультов, шкафов, а также их съёмные или открывающиеся части, если на последних установлено электрооборудование высокого напряжения;
- металлические корпуса передвижных и переносных электроприёмников;
- электрооборудование, размещённое на движущихся частях станков, машин и механизмов;
- металлические кабельные конструкции, соединительные муфты, оболочки и броня кабелей и проводов, металлорукава и трубы электропроводок, лотки, короба, струны, тросы, а также другие конструкции, на которых устанавливается электрооборудование.

Во взрывоопасных зонах любого класса подлежат занулению (заземлению):

- электроустановки при всех напряжениях переменного и постоянного тока;
- электрооборудование, установленное на занулённых (заземлённых) металлических конструкциях и которое в невзрывоопасных зонах разрешается не занулять (заземлять).

Технологическое оборудование, продуктопроводы и т.п., расположенные во взрывоопасных и пожароопасных зонах всех классов, должны быть заземлены не менее чем в двух местах с выравниванием потенциалов до безопасных значений.

Заземляющее устройство следует осуществлять в виде общего контура заземления. Допускается использование общего заземляющего устройства для защиты от статического электричества, первичных и вторичных воздействий молнии и защитного заземления электроустановок.

Для предупреждения опасности, связанной с накоплением зарядов статического электричества, необходимо:

- заземлять валы машин, оборудованных подшипниками скольжения с кольцевой смазкой;
- не допускать плавающих предметов на поверхности легковоспламеняющихся жидкостей в резервуарах.

При эксплуатации электрических установок должна быть обеспечена защита сетей от механических повреждений, токоведущие части должны быть защищены так, чтобы обслуживание их не было сопряжено с опасностью прикосновения к ним.

10.6 Аспирация и пневмотранспорт

Воздуходувные машины и вентиляторы в пневмотранспортных аспирационных установках в помещениях группы Б должны быть установлены после пылеуловителей. Допускается установка вентиляторов до фильтров и циклонов при условии применения вентиляторов в искробезопасном исполнении.

Не допускается объединять в одну аспирационную установку:

- обеспыливание потенциально опасного оборудования (норий, вальцовых станков и других машин ударного действия) и бункеров имеющих объём более 0,01 объёма производственного помещения;
- обеспыливание потенциально опасного оборудования и другого оборудования бункерного типа (гравитационных смесителей, весов т.п.), имеющего свободный объём более 0,01 объёма производственного помещения;
- обеспыливание потенциально опасного оборудования и силосов.

Ёмкости для сбора и хранения пыли должны аспирироваться отдельной установкой.

Оборудование аспирационных установок (фильтры, циклоны, вентиляторы и т.п.) может быть размещено в производственных помещениях категорий Б и В совместно с транспортным и технологическим оборудованием.

Воздуховоды и материалопроводы должны быть заземлены не менее чем в двух местах.

10.7 Дополнительные требования

Для транспортирования отходов производства следует использовать самотёчный, механический транспорт (нории, цепные и винтовые конвейеры, ленточные и безроликовые конвейеры в закрытых кожухах), пневмотранспорт, исключая пылевыделение в помещениях.

Запрещается транспортирование отходов производства на открытых ленточных конвейерах.

Запрещается устройство выбоя отходов производства в тару в пожароопасных помещениях категории В.

Запрещается пуск и работа машин, выделяющих пыль, с открытыми люками, крышками, дверками.

При ведении технологических процессов необходимо строго соблюдать пылевой режим производственных помещений - все производственные и складские помещения, а также находящиеся в них оборудование и механизмы должны постоянно содержаться в чистоте.

11 ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ МУКОМОЛЬНЫХ ЗАВОДОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

В последние годы ведущими мировыми производителями уделяется много внимания созданию нового поколения технологического оборудования мукомольных заводов: вальцовых станков, мельничных рассевов и ситовеечных машин.

Фирма «Бюлер» разработала технологию помолов мягкой пшеницы на двухъярусных вальцовых станках «Ньютроник» МОРО. Эта фирма выпускает также высокопроизводительные одноярусные станки той же марки.

Фирма «Окрим» также выпускает двухъярусные вальцовые станки КМХQ производительностью 4,8; 6,0; 7,5 т/ч. Между верхней и нижней парой вальцов этих станков установлено роторно-ситовое сепарирующее устройство, позволяющее увеличить удельную нагрузку на I и II драные системы до уровня удельных нагрузок одноярусных вальцовых станков.

Большим достоинством указанных выше вальцовых станков обеих фирм является использование в их конструкции зубчато-плоскоременной межвальцовой передачи взамен зубчатых колес в межвальцовой передаче, что в итоге резко снизило шум, повысило гигиенические условия эксплуатации вальцового станка и существенно повысило качество измельчаемого продукта.

Фирмой «Mileservis» разработаны высокопроизводительные вальцовые станки, которыми был оснащен ряд мукомольных заводов России.

Новые вальцовые станки производит фирма «Мельинвест», которые используются на мукомольных заводах производительностью от 100 до 250 т/сут.

Группа фирм «Mileservis» освоила выпуск высокопроизводительных вальцовых станков «Синтезис» с диаметром вальцов 250 и 300 мм и длиной вальцов 800, 1000, 1250 и 1500 мм.

Появление новых мощных высокопроизводительных вальцовых станков привело к интенсификации процесса размола, сокращению количества технологических систем, повышению эффективности использования производственных площадей.

Использование высокопроизводительных вальцовых станков повлекло за собой разработку и внедрение высокопроизводительных мельничных рассевов.

Фирма «Окрим» выпускает четырех-, шести- и восьмисекционные шкафно-пакетные рассевы 8РБ с площадью просеивающей поверхности, соответственно, 48, 72 и 96 м² и количеством ситовых рам - 30. Производительность одной секции - 8 т/ч.

Фирма «Совокрим» производит четырех-, шести- и восьмисекционные рассевы с количеством ситовых рам в секции от 24 до 30 и площадью просеивающей поверхности одной секции от 8 до 10 м².

Новая модель мельничного рассева «Сириус» фирмы «Бюлер» может иметь 2, 4, 6, 8 и 10 секций. На мукомольном заводе производительностью 180 т/сут хлебопекарного помола пшеницы можно установить

десятисекционный рассев.

На отечественных мукомольных заводах, оснащенных оборудованием фирмы «Mileservis», устанавливаются рассевы большой производительности марки GRTQA-GRTQB.

Для оптимальной компоновки в одном технологическом процессе высокопроизводительных вальцовых станков и рассевов разработаны новые высокопроизводительные ситовые машины.

Фирма «Окрим» серийно выпускает двухприемную трехъярусную ситовую машину SDB производительностью 3,6 т/ч для каждой секции.

Фирма «Бюлер» производит двухсекционные трехъярусные высокопроизводительные ситовые машины MGRF «Пуромат».

В современной технологии подготовки зерна к помолу «узким местом» является процесс отволаживания. Его продолжительность составляет в среднем 24 ч. На мукомольном заводе необходимы большие емкости для отволаживания зерна, строительство которых требует больших капитальных затрат.

Фирма «Астор-С» совместно с ГНУ ВНИИЗ разработала технологию гидротермической обработки зерна с использованием активированной акустической кавитацией воды.

Фирма «Мюленбау» (Германия) разработала аппарат «Вибронет» для скоростного кондиционирования зерна.

Итальянская фирма OB5 рекомендует для сокращения времени отволаживания обрабатывать зерно в вакуумных кондиционерах.

Все предлагаемые решения позволяют сократить время отволаживания зерна и капитальные вложения в производство в 2 или 3 раза.

В процессе подготовки зерна к помолу появились новые зерноочистительные машины - комбинаторы МТКВ и МТХЮ фирмы «Бюлер», совмещающие функции трех машин: ситовоздушных сепараторов, камнеотборников и концентраторов. Замкнутый и частично замкнутый цикл движения воздуха в камнеотборниках и пневмосепараторах позволяет предприятиям, внедрившим эти машины, улучшить условия труда за счет воздухообмена в рабочих помещениях и уменьшить расход электроэнергии.

На мукомольных заводах России моечные машины были заменены машинами интенсивного увлажнения А1-БШУ-1 и А1-БШУ-2, при этом потребление воды снизилось в 18-20 раз.

Внедрение рециркуляции воздуха в подготовительном и размольном отделениях на многих мукомольных заводах также улучшает условия труда на предприятиях и снижает энергозатраты на подогрев воздуха в холодное время года.

Опыт работы передовых отечественных и зарубежных предприятий подтверждает экономическую целесообразность внедрения указанных выше достижений техники и технологии мукомольного производства в целях дальнейшего повышения эффективности использования зерна, повышения качества вырабатываемой продукции.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

др. с. - драная система;
р. с. - размольная система;
шл. с. - шлифовочная система;
сорт. с. - сортировочная система;
сх. с. - сходовая система;
СВ - ситовечная система;
ВМ - вымольная система;
ГТО - гидротермическая обработка;
х/п – хлебопекарный помол.

Для рассевов типа ЗРШ:

Сх 1 $n_1 - 6$
 $n_2, n_3, n_4 - 4$
Сх 2 $n_1 - 6$
 $n_2 - 8$
 $n_3 - 4$
Сх 3 $n_1 - 6$
 $n_2 - 12$

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СТО 12 200-2008 СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ Образовательный стандарт высшего профессионального образования АлтГТУ. ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ (ДИПЛОМНАЯ РАБОТА). Организация дипломного проектирования. Требования к оформлению. - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2008 – 63 с.
2. Барчард, Б. Внутренний мир AutoCAD 14: Пер. с англ. / Б. Барчард. - Киев: Изд-во ДиаСофт, 1997. - 672 с.
3. Бутковский, В. А. Технология мукомольного, крупяного и комбикормового производства (с основами экологии) / В. А. Бутковский, М. Е. Мельников. - М.: Агропромиздат, 1989. - 464.
4. Вашкевич, В. В. Техника и технология производства муки / В. В. Вашкевич, О. Б. Горнец, Г. Н. Ильичев. - Барнаул: Изд-во «Графикс», 2000. - 209 с.
5. Егоров, Г. А. Технология и оборудование мукомольной, крупяной и комбикормовой промышленности / Г. А. Егоров, Я. Ф. Мартыненко, Т. П. Петренко. - М.: Издательский комплекс МГ АПП, 1996. - 210 с.
6. Егоров, Г. А. Технология муки, крупы и комбикормов / Г. А. Егоров, Е. М. Мельников, Б. В. Максимчук. - М.: Колос, 1984. - 376 с.
7. Кулак, В. Г. Технология производства муки / В. Г. Кулак, Б. М. Максимчук. - М.: Агропромиздат, 1991. - 224 с.
8. Мартыненко, Я. Ф. Проектирование мукомольных и крупяных заводов с основами САПР / Я. Ф. Мартыненко, О. Н. Чеботарев - М.: Агропромиздат, 1992. - 240 с.
9. Мерко, И. Т. Технология мукомольного и крупяного производства / И. Т. Мерко. - М.: Агропромиздат, 1985. - 288 с.
10. Могучева, Э. П. Проектирование мельниц: учебное пособие / Э. П. Могучева, Л. В. Устинова - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2001. - 236 с.
11. Правила организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах: в 2 ч. - М.: Производственно-издательский комбинат ЦНИИТЭИ хлебопродуктов, 1991.
12. Правила техники безопасности и производственной санитарии на предприятиях по хранению и переработке зерна Министерства хлебопродуктов СССР. - М.: ЦНИИТЭИ, 1989. - Ч. 1-4.
13. Проектирование зерноперерабатывающих предприятий с основами САПР / И. Т. Мерко, Н. Е. Погирной, Б. В. Касьянов, А. П. Чакар. - М.: Агропромиздат, 1989. - 367 с.
14. Производство хлебопекарной сортовой муки из ржано-пшеничных смесей. / Панкратов Г. Н. [и др.]. – М., 1966. – 38 с. – (Мукомольно-крупяная промышленность: обзорн. информ. / Хлебпродинформ).
15. Филиппов, А. Н. Технико-экономическое проектирование предприятий пищевой промышленности. - М.: Агропромиздат, 1990. - 240 с.

16. Экономика хранения и переработки зерна / С. В. Донскова, В. Г. Воронин, А. Н. Жигалов [и др.]; под ред. С. В. Донсковой. - М.: Агропромиздат, 1990. - 367 с.