

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

С.С. Тарасенко, Н.П. Владимиров

СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ МУКОМОЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Часть III



Лабораторный практикум

Рекомендовано ученым советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья

Оренбург
2019

УДК 664.7(075.8)

ББК 36.823я73

T19

Рецензент – заведующий кафедрой пищевой биотехнологии
Оренбургского государственного университета, доцент, кандидат
технических наук В. П. Попов

Тарасенко, С.С.
T19 Современная технология мукомольного производства: Часть III.
Лабораторный практикум /С.С. Тарасенко, Н.П. Владимиров. –
Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2019. – 98с.
ISBN

В лабораторном практикуме приведен материал для проведения лабораторных занятий по расчету и моделированию отдельных операций и процессов технологии мукомольного производства. Материал практикума изложен в соответствии с рабочей программой дисциплины «Технология мукомольного производства» и предназначен для обучающихся по направлению подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья.

УДК 664.7(075.8)

ББК 36.823я73

© Владимиров, Н.П.,
© Тарасенко, С.С., 2019
© ОГУ, 2019

ISBN

Содержание

Введение.....	5
1 Лабораторная работа №1. Расчет состава помольных партий	7
2 Лабораторная работа № 2. Геометрические и физические характеристики зерна и его примесей.....	16
3 Лабораторная работа № 3. Определение технологической эффективности работы сепаратора.....	22
4 Лабораторная работа № 4. Исследование эффективности обработки поверхности зерна на комбинированной обоечно-щеточной машине.....	28
5 Лабораторная работа № 5. Составление количественного баланса подготовительного отделения мукомольного завода.....	33
6 Лабораторная работа № 6. Влияние крупности и выравненности зерна на выход и качество муки.....	36
7 Лабораторная работа № 7. Определение режима работы драных систем при сортовых помолах пшеницы	41
8 Лабораторная работа № 8. Односортный помол пшеницы со снятием количественного баланса.....	46
9 Лабораторная работа № 9. Определение удельной нагрузки на вальцовую линию драных систем	50
10 Лабораторная работа №10. Контроль работы просеивающих машин	53
11 Лабораторная работа № 11. Расчет и контроль выхода продукции при переработке зерна в муку	56
12 Лабораторная работа № 12. Составление схемы подготовки зерна к размолу и подбор технологического оборудования.....	63
13 Лабораторная работа № 13. Оценка мукомольных свойств зерна на лабораторной мельничной установке МЛЮ 202	69
14 Лабораторная работа № 14. Определение технологической эффективности ситовеечной машины	76

15 Лабораторная работа № 15. Изучение методики составления количественного баланса сортового помола пшеницы.....	79
16 Лабораторная работа № 16. Изучение технологического процесса простого помола пшеницы	83
17 Лабораторная работа № 17. Изучение односортового помола ржи в обдирную муку	88
18 Лабораторная работа № 18. Определение расхода электроэнергии на измельчение зерна.....	92
Основные правила техники безопасности при выполнении лабораторных работ	97
Список использованных источников	98

Введение

Потенциальные технологические ресурсы, заложенные в зерне хлебных злаков, весьма велики и во всяком случае в значительной мере превосходят тот технологический эффект, которого мы в настоящее время достигаем в производстве на существующем оборудовании при перемоле зерна современными методами переработки.

Технология переработки зерна, всегда привлекавшая к себе внимание и в теоретическом отношении, и в практическом, занимающая и производителей и исследователей, нуждается ещё в более тщательном изучении отдельных звеньев технологического процесса, чтобы на основе теоретических предпосылок вносить те изменения и улучшения, которые обеспечили бы лучший производственный эффект и в количественном, и в качественном отношении.

Эволюция использования зерна как сырья для переработки на мельнице выразилась в первую очередь в усилении технологического начала при определении добротности зерна. Эта ставка на потребительскую ценность зерна в производстве привела к постепенному переходу от органолептической по отдельным показателям к комплексной технологической оценке исходного сырьевого материала, к координации агрономических мероприятий с технологическими требованиями при выращивании новых сортов пшеницы, которые удовлетворяли бы не только производителя хлеба, но и технолога, перерабатывающего это зерно.

В настоящем Практикуме основное внимание уделяется применению современных методов исследования эффективности процессов, оценке технологических свойств зерна, использованию вычислительной техники. Большинство лабораторных работ разработано, основываясь на современный уровень техники и технологии мукомольного производства.

Авторы надеются, что преподаватели профилирующих кафедр найдут в Практикуме лабораторные работы не только для проведения занятий со

студентами в пределах отведенного учебными планами аудиторного времени, но и для организации научно-исследовательской работы студентов в часы их самостоятельных занятий и вне учебного графика. Некоторые работы предназначены для выполнения непосредственно в условиях производства, на базе филиалов кафедр или учебно-научно-производственных комплексов.

Предлагаемое в Практикуме число работ, превышает возможности учебного плана. Сделано это с той целью, чтобы преподаватели профилирующих кафедр могли выбрать те работы, которые могут быть проведены исходя из оснащенности данной кафедры оборудованием и других конкретных условий. Однако при этом следует считать обязательным выполнение лабораторных работ по основным этапам технологии муки: сепарирование, гидротермическая обработка, измельчение, просеивание, обогащение продуктов размола зерна.

1 Лабораторная работа №1. Расчет состава помольных партий

Цель работы. Освоение методик расчета состава помольной партии.

Основные положения. Технологические свойства пшеницы, поступающей на мукомольные заводы, обусловлены типом, сортом, почвенно-климатическими условиями района произрастания. Разнокачественность партий зерна усложняет и снижает эффективность процесса переработки, требует корректировки режимов работы технологических систем, приводит к выработке муки с различными показателями качества.

В связи с этим формируют помольные партии, которые должны обеспечить на протяжении 10 – 15 суток стабильную, ритмичную работу завода. Правильное выполнение этой важнейшей подготовительной операции позволяет повысить использование зерна в результате экономного расходования высококачественного зерна и рационального использования зерна пониженного качества [4].

Рассчитывая рецепт-задание помольной партии (процент подсортировки, массу каждого компонента, качественную характеристику помольной партии), исходят из производительности мукомольного завода, типа помола, наличия зерна, его качества и качества готовой продукции. Составляют помольную партию смешиванием зерна разных типов и подтипов, районов произрастания, старого и нового урожая, пониженного и нормального качества. Компоненты подбирают так, чтобы обеспечить высокие мукомольные достоинства зерна и хлебопекарные свойства муки.

Смешивают зерно с учетом следующих показателей качества: стекловидности, клейковины, зольности, влажности и засоренности зерна.

Различное по влажности зерно смешивают в том случае, если расхождение по влажности не превышает 1,5 %. Высокозольное зерно смешивают с низкозольным так, чтобы получить зольность смеси не выше

1,97 %. Зерно различной стекловидности смешивают из расчета получения средней стекловидности для помольной партии 50 % – 60 %.

Особое внимание должно быть уделено обеспечению в помольной партии требуемого количества и качества клейковины, что необходимо для выработки муки с установленными по этому признаку характеристиками. При сортовом помоле количество клейковины должно быть не менее 25 %, качество - не ниже II группы; содержание сорной примеси - не более 2 %, зерновой - 5, в том числе проросших - 3 %.

Ход проведение работы. Существует несколько методов расчета рецептуры помольной партии. Правильность расчета проверяют, определяя средневзвешенные значения показателей качества для смеси и их соответствие нормам качества, предъявляемым к зерну помольной партии. Средневзвешенное значение показателя качества находят по формуле

$$\bar{X} = \frac{m_1 X_1 + m_2 X_2 + \dots + m_n X_n}{M} \quad (1.1)$$

где X_1, X_2, \dots, X_n - конкретные значения показателя качества для компонентов смеси;

$m_1; m_2; m_n$ — соотношение компонентов смеси, %, или масса каждого компонента, кг;

$M = m_1 + m_2 + \dots + m_n$ – суммарная масса помольной партии кг, или 100 %.

Кроме того, правильность подсортировки рекомендуется проверять помолами в лабораторной установке с анализом качества зерна, выхода муки и ее качества.

Расчет помольной партии. Способы этого расчета следующие; решение уравнений, составление обратных пропорций, построение графика, расчеты по основной партии, а также с помощью компьютерных программ.

Решение уравнений. Для расчета рецептуры помольной партии можно использовать систему уравнений, в которых в качестве неизвестных приняты доли подсортировки каждого компонента, выраженные в процентах или в массовом исчислении. Система уравнений имеет вид:

$$\begin{cases} M = m_1 + m_2 + \dots + m_n \\ M \bar{X} = m_1 X_1 + m_2 X_2 + \dots + m_n X_n \end{cases} \quad (1.2)$$

Если помольную партию формируют из двух компонентов, то решением системы будет:

$$m_1 = \frac{M(\bar{X} - X_2)}{X_1 - X_2}; \quad m_2 = M - m_1 \quad (1.3)$$

Если из трех компонентов, то задача решается при условии равенства масс двух из них.

Для случая использования трех компонентов:

$$m_1 = \frac{M(\Delta X_2 + \Delta X_3)}{\Sigma \Delta X} \quad (1.4)$$

$$m_2 = \frac{M(\Delta X_1)}{\Sigma \Delta X}; \quad m_3 = M - (m_1 + m_2) \quad (1.5)$$

Где: М- масса помольной партии зерна;

$$\Delta X_1 = (\bar{X} - X_1); \quad \Delta X_2 = (\bar{X} - X_2); \quad \Delta X_3 = (\bar{X} - X_3); \text{ (по модулю)}$$

$$\Sigma \Delta X = 2\Delta X_1 + \Delta X_2 + \Delta X_3$$

Использование более сложных вариантов состава помольной партии принципиальных изменений в методику расчета не вносит. Как правило, четвертый или пятый компоненты включают в состав смеси зерна в небольшом количестве (до 10 %), поэтому он оказывает незначительное влияние на конечные характеристики.

Пример. Составить помольную партию для хлебопекарного сортового помола пшеницы со средневзвешенным значением стекловидности 55 % из двух исходных

компонентов. Стекловидность одного из них — 71 %, второго — 43 %, содержание клейковины — соответственно 27 % и 24 %, масса помольной партии - 1000 т (или 100 %).

Тогда

$$m_1 = \frac{100 \cdot (55 - 43)}{71 - 43} = 42,86 \text{ \%};$$

$$m_2 = 100 - 42,86 = 57,14 \text{ \%};$$

Принимаем $m_1 = 43 \text{ \%}$, $m_2 = 57 \text{ \%}$, тогда масса каждого компонента составит: $m'_1 = 430 \text{ т}$; $m'_2 = 570 \text{ т}$.

Проверим правильность расчета определением средневзвешенных значений стекло-видности C и содержания клейковины K (%):

$$C = \frac{43 \cdot 71 + 57 \cdot 43}{100} = 55,0 \text{ \%};$$

$$K = \frac{43 \cdot 27 + 57 \cdot 24}{100} = 25,3 \text{ \%};$$

Следовательно, данная смесь зерна по стекло-видности и содержанию клейковины соответствует предъявляемым требованиям и может быть рекомендована к переработке. Аналогично проверяют и другие показатели качества.

Составление обратных пропорции. По этому методу количество зерна каждой составной части помольной партии берут в обратной пропорции по отношению к разности между показателями каждой части и заданной средневзвешенной величиной данного показателя помольной партии.

В таблице 1.1 приведен пример решения задачи по второму варианту.

Таблица 1.1 – Расчет помольной партии зерна из двух компонентов

Показатель	Компонент смеси		Требуемая в помольной партии
	первый	второй	
Стекловидность, %	71	43	55
Отклонение стекло-видности компонента от заданной	$71 - 55 = 16$	$55 - 43 = 12$	
Расчетное соотношение компонентов в партии (частей)	12	16	$12 + 16 = 28$

На долю первого компонента приходится 12 частей, второго - 16, смесь будет содержать 28 частей.

$$\text{Следовательно, } m_1 = \frac{100 \cdot 12}{28} = 43,0 \% ; \quad m_2 = \frac{100 \cdot 16}{20} = 57,0 \% ;$$

Правильность расчета определяем по средневзвешенному значению стекловидности и клейковины для получения помольной партии.

Пример. Требуется составить помольную партию зерна со стекловидностью 50 % и содержание клейковины 26 %, если в наличии зерно со стекловидностью 80 %; 42 %; 26 % и содержанием клейковины 29%; 28 %; 22 %. Пример расчета приведен в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Расчет помольной партии зерна из трех компонентов

	Компонент смеси			Требуемая в помольной партии
	первый	второй	третий	
Стекловидность, %	80	42	26	50
Отклонение стекловидности компонента от заданной для партии:				
1-й и 2-й	80 – 50 = 30	50 – 42 = 8	–	
1-й и 3-й	80 – 50 = 30	–	50 – 26 = 24	
Расчетное отклонение компонентов в партии при наличии:				
1-го и 2-го	8	30	–	
1-го и 3-го	24	–	30	
Расчетная величина каждого компонента в партии	32	30	30	

Сумма частей в помольной партии составит 32 + 30 + 30 = 92, что даст следующую подсортировку для компонента:

$$\text{Первого } m_1 = \frac{100 \cdot 32}{92} = 34,8 \% ;$$

$$\text{Второго } m_2 = \frac{100 \cdot 30}{92} = 32,6 \% ;$$

$$\text{Третьего } m_3 = \frac{100 \cdot 30}{92} = 32,6 \text{ \%};$$

Правильность расчета проверяем: по средневзвешенной стекловидности

$$\bar{C} = \frac{80 \cdot 34,8 + 42 \cdot 32,6 + 26 \cdot 32,6}{100} = 50,0 \text{ \%};$$

и по средневзвешенному содержанию клейковины

$$\bar{K} = \frac{29 \cdot 34,8 + 28 \cdot 32,6 + 22 \cdot 32,6}{100} = 26,0 \text{ \%};$$

Составление графика. Для расчета на бумагу наносят две пересекающиеся линии, в точке пересечения которых проставляют значение показателя для смеси (клейковина, стекловидность или другой показатель, по которому ведут расчет). Слева у каждого конца линии пишут значение соответствующего показателя компонента смеси. Находят разность в значениях показателя компонента и смеси и записывают ее справа в конце линии. Затем соединяют горизонтальными линиями результаты вычислений с исходным значением признака компонента. Сумма правых чисел дает общее число частей помольной партии, а каждое правое число - долю компонента.

Пример. Составить помольную партию стекловидностью 50 % из двух компонентов, стекловидность которых 35 % и 60 %.

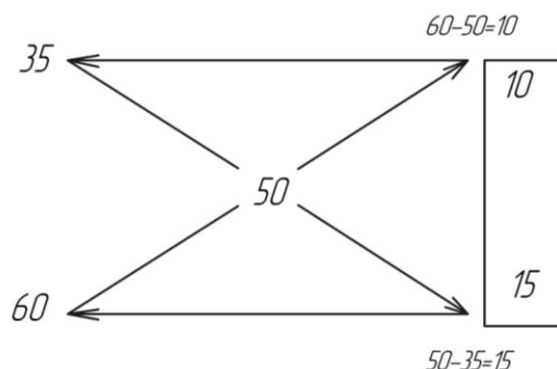


Рисунок 1.1 – Расчет помольной партии из двух компонентов графическим способом

Всего частей 25. На долю компонента со стекловидностью 35 % приходится десять частей, а на долю второго компонента — 15 частей.

Подсортировка для компонента:

первого

$$m_1 = \frac{100 \cdot 10}{25} = 40,0 \text{ \%};$$

второго

$$m_2 = \frac{100 \cdot 15}{25} = 60,0 \text{ \%};$$

Проверяем средневзвешенную стекловидность смеси

$$\bar{C} = \frac{35 \cdot 40 + 60 \cdot 60}{100} = 50,0 \text{ \%}$$

Аналогично рассчитывают трех- или четырехкомпонентные смеси, но в этом случае составляют два графика.

Расчет помольной партии зерна по основной партии. В этом случае из имеющегося зерна выбирают основную партию, близкую по качеству к помольной. Она должна по массе составлять 50 % – 60 % помольной партии зерна. Затем выбирают вторую партию и составляют их смесь.

Соотношение компонентов в смеси рассчитывают по формуле

$$m_1 = \frac{M(\bar{X} - X_2)}{X_1 - X_2}; \quad (1.6)$$

Затем, принимая эту смесь за исходный компонент, к ней примешивают следующий компонент и т. д.

Пример. Рассчитать помольную партию зерна стекловидностью 50 % с содержанием клейковины 25 %, если имеется зерно следующего качества: стекловидное» — 70 %; 45 %; 30 %, содержание клейковины — 28 %; 26 %; 22 %.

Смешиваем первые два компонента так, чтобы стекловидность была 55,0 %. По формуле (1.6) находим

$$m_1 = \frac{100(55 - 45)}{70 - 45} = 40,0 \text{ \%}; \quad m_2 = 100 - 40 = 60 \text{ \%}.$$

Следовательно, первого компонента нужно взять 40 %, а второго 60 %.

Теперь рассчитываем количество третьего компонента из расчета конечной стекловидности смеси 50 %, т. е.

$$m_{1+2} = \frac{100(50-30)}{55-30} = 80 \text{ \%}; \quad m_3 = 100 - 80 = 20 \text{ \%}.$$

Таким образом, конечная трехкомпонентная помольная партия зерна будет состоять из 80 % смеси первого и второго компонентов и 20 % третьего. Первый компонент в трехкомпонентной партии составит

$$X_1 = \frac{80 \cdot 40}{100} = 32 \text{ \%};$$

а второй

$$X_2 = 80 - 32 = 48 \text{ \%}.$$

Проверяем, удовлетворяет ли рассчитанная помольная партия зерна требованиям по содержанию клейковины:

$$K = \frac{28 \cdot 32 + 26 \cdot 48 + 22 \cdot 20}{100} = 26,8 \text{ \%}.$$

Расчет сделан правильно.

Задачи:

1. Рассчитать помольную партию в количестве 1000 тонн со стекловидностью 55 % и содержанием клейковины 25 % из трех компонентов:

- 1) стекловидность 61 %, клейковина 28 %
- 2) стекловидность 53 %, клейковина 24 %
- 3) стекловидность 48 %, клейковина 22 %

2. Рассчитать помольную партию в количестве 1000 тонн со стекловидностью 55 % и содержанием клейковины 25 % из трех компонентов:

- 1) стекловидность 64 %, клейковина 32 %
- 2) стекловидность 56 %, клейковина 24 %
- 3) стекловидность 47 %, клейковина 21 %

3. Рассчитать помольную партию в количестве 1000 тонн со стекловидностью 55 % и содержанием клейковины 25 %, зольностью 1,85 % из трех компонентов:

- 1) стекловидность 62 %, клейковина 30 %, зольность 1,80 %
- 2) стекловидность 57 %, клейковина 23 %, зольность 1,84 %
- 3) стекловидность 48 %, клейковина 20 %, зольность 1,99 %

4. Рассчитать помольную партию в количестве 1000 тонн со стекловидностью 55 % и содержанием клейковины 25 %, зольностью 1,85 % из трех компонентов:

- 1) стекловидность 66 %, клейковина 33 %, зольность 1,82 %
- 2) стекловидность 54 %, клейковина 24 %, зольность 1,83 %
- 3) стекловидность 46 %, клейковина 21 %, зольность 1,98 %

Расчет производится по одному из показателей качества, а по остальным производится проверка. В случае, если соотношение компонентов не подходит по какому-либо показателю, то по нему и производится перерасчет.

2 Лабораторная работа № 2. Геометрические и физические характеристики зерна и его примесей

Цель работы. Ознакомиться с методом определения геометрических и физических характеристик зерна и его примесей с подбором сит и схем сортирования для эффективной очистки и разделения зерна различного число потоков.

Основные положения. Производство муки высокого качества возможно лишь после тщательной и полной очистки зерна от примесей. Выделение из зерновой массы данной культуры зерен другой культуры или дикорастущих растений и других примесей основывается на различии их свойств.

Установив, какие свойства зерна и примесей можно использовать для очистки всей партии, выбирают способ очистки и соответствующую машину.

Зерно отличается от примесей размером (длиной, шириной и толщиной), массой (удельной, объемной, абсолютной), формой, аэродинамическими свойствами, характером и состоянием поверхности, коэффициентом трения, металломагнитными свойствами, прочностью, упругостью, цветом и др. Некоторые из перечисленных свойств используют в малой степени (прочность, цвет).

В мукомольно-крупяной промышленности наиболее распространены машины, отделяющие примеси, отличающиеся от зерна шириной и толщиной (просеивающие машины, сепараторы, отсеивы, сортировки, центрофугалы, бураты и др.), длиной (триеры-цилиндрические, дисковые и др.), аэродинамическими свойствами (аспираторы, аспирационные колонки, циклоаспираторы, пневмосепараторы и др.) формой и состоянием поверхности (фрикционные сепараторы, спиральные сепараторы и др.), плотностью (камнеотборочные машины, концентраторы, комбинаторы и другие машины); металломагнитными свойствами (магнитные и электромагнитные сепараторы), электрофизическими свойствами (электростатические сепараторы), цветом (фотоэлектронные сепараторы) и др.

Большие затруднения вызывает наличие в зерне трудноотделимых примесей, для выделения которых приходится применять подчас специальные машины и аппараты [9].

Специфические особенности крупяного сырья, наличие щуплых и обрубленных зерен, трудноотделимых примесей, остистых и безостых зерен и резкое отличие технологических свойств у зерна разных типов одной и той же культуры требует предварительной очистки и правильного размещения зерна при его хранении, а также таких режимов сушки, при которых не ухудшилось бы, а улучшались технологические свойства зерна.

При выборе способа очистки от примесей технолог, ведущий процесс, должен уметь наиболее рационально использовать геометрические и физические свойства компонентов смеси. В первую очередь необходимо путем массовых определений установить геометрические и физико-механические характеристики перерабатываемого зерна и его примесей.

Для этого берут навеску из среднего образца (ГОСТ 13586.3-2015), просеивают на наборе лабораторных сит, затем взвешивают каждую фракцию и определяют ее выход, состав и количество сорняков в каждой фракции. Такой анализ позволяет установить возможность и способ отделения примесей просеиванием, какая фракция наиболее засорена, на каких ситах можно выделить трудноотделимые примеси. Ситовой анализ (а лучше замеры зерен) позволит построить вариационные кривые распределения зерна по крупности и определить состав примесей в каждой фракции. Кроме того, с помощью данных графиков имеется возможность подбора взаимозаменяемых штампованных сит I и II типа.

Размер отверстий сит, устанавливаемых в производственных условиях должен быть на 0,1 мм больше размера сит, определенных в лабораторных условиях. Результаты проверяют на небольшом количестве зерна и, установив соответствующие технологические режимы, приступают к очистке и сортированию всей партии зерна.

Задание

- 1) Провести сортирование нескольких образцов зерна с различной засоренностью на расसेве-анализаторе.
- 2) Построить полигон распределения зерна по крупности на ситах I и II типа, определить количественный состав фракция и наличие примесей в каждой фракции.
- 3) С помощью построенных графиков определить взаимозаменяемые сита I и II типа при проведении одинаковой технологической операции.

Порядок выполнения работы. Навеску зерна 100-200 г просеивают на рассеве-анализаторе, в котором установлены сита с отверстиями в зависимости от анализируемой культуры. Для зерна пшеницы нусерация сит приведена в таблице 2.1

Таблица 2.1 – Сита для разделения зерна пшеницы

Сита I типа	Ø 4,5	Ø 4,0	Ø 3,5	Ø 3,0	Ø 2,5	Ø 2,0
Сита II типа	3,2x20	3,0x20	2,8x20	2,6x20	2,4x20	2,2x20

Полученные фракции зерна взвешивают, а каждый сход разбирают на нормальное зерно и примеси, примеси взвешивают и выражают в процентах к исходной навеске. Количество нормального зерна в каждой фракции определяют как разность между массой фракции и количеством примесей. В каждой фракции определяют наиболее характерные примеси и записывают их название. Продукт с поддона целиком относят к сорной примеси.

Результаты записывают в таблицу 2.2.

На основании данных таблицы строят кривые распределения по фракциям крупности и кривую суммарного выхода для каждого типа сит (рис. 2.1.).

Таблица 2.2 – Ситовой анализ пшеницы (пример)

Крупность зерна, выделенной фракции (сход с сит с отверстиями, мм)	Выход фракции, %			Наименование характерных при- месей в каждой фракции
	Всег о	В том числе		
		примесе й	нормального зерна	
Ø 4,5				
Ø 4,0				
Ø 3,5				
Ø 3,0				
Ø 2,5				
Ø 2,0				
Поддон				
3,2x20				
3,0x20				
2,8x20				
2,6x20				
2,4x20				
2,2x20				
Поддон				

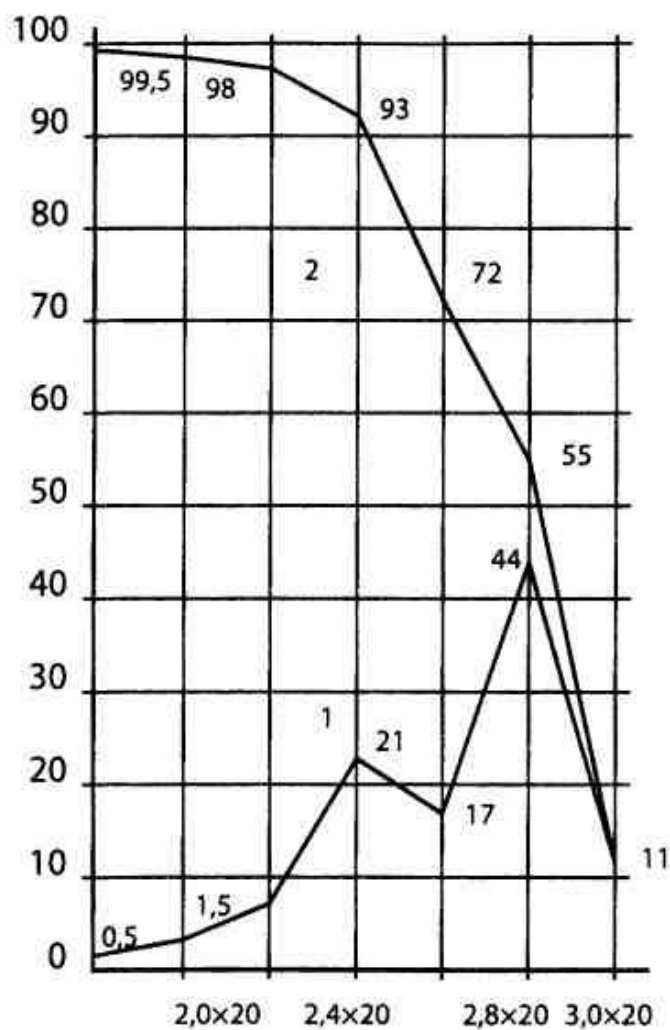


Рисунок 2.1 – Кривые, характеризующие крупность партии зерна

График строят следующим образом. На оси абсцисс (рисунок 2.1) откладывают размер отверстий сит, на которых зерно просеивалось, а по оси ординат – массу зерна в процентах (от общей массы анализируемого образца), фактически полученную на каждом сите рассева-анализатора.

Полученную ломаную линию называют полигоном распределения 1. Если по оси ординат откладывать сумму выхода, полученных на данном сите и на ситах с более крупными отверстиями, то построенная на основе этих данных кривая величин суммарного выхода 2 (интегральная кривая) будет указывать процентный выход зерна, идущего сходом с любого заданного сита, сложением всех фракций, расположенных над ним.

На производстве часто оказывается необходимым разделить зерно на несколько потоков, примерно равных по количеству.

По кривой суммарного выхода легко подбирать сита для данной партии зерна. Например, по условиям технологического процесса следует разделить зерно на два одинаковых потока. Для этого нужно на графике провести горизонтальную линию, соответствующую 50 % - ному выходу до пересечения с суммарной кривой и из точки пересечения опустить перпендикуляр на ось абсцисс. Точка пересечения перпендикуляра с этой осью покажет, какой размер отверстий сита нужно применить для разделения зерна на два равных потока. В данном случае необходимо взять сито с отверстиями 2,8x20 мм.

Аналогичные действия проводят и на ситах с круглыми отверстиями. Найденное с помощью интегральной кривой сито с круглыми отверстиями является взаимозаменяемым и будет выполнять ту же задачу: делить поток зерна на две равные части.

Чтобы разделить зерно на n потоков необходимо установить $(n - 1)$ разных сит, для этого нужно на оси ординат отложить $(n - 1)$ точек, соответствующих величинам потоков $\left(\frac{100\%}{n}\right)$, провести из этих точек горизонтальные линии до пересечения с суммарной кривой и опустить перпендикуляры до пересечения с осью абсцисс, найти размеры отверстий $(n - 1)$ разных сит, обеспечивающих получение n примерно равных по выходу потоков зерна.

Используя данные кривых распределения зерна по крупности и характеристику примесей в зерне, распределением на n фракций, выбрать способ очистки и соответствующие машины, а также взаимозаменяемость сит разных типов.

3 Лабораторная работа № 3. Определение технологической эффективности работы сепаратора

Цель работы. Изучение процесса выделения примесей из зерновой массы и определение эффективности сепарирования многокомпонентной смеси.

Основные теоретические положения.

Исходные партии зерна, несмотря на предварительную очистку в хозяйствах и на элеваторах, содержат в своей массе значительное количество различных примесей минерального и органического происхождения. Таким образом, зерновая масса, поступающая в переработку представляет собой смесь, состоящую из зерна основной культуры и других компонентов. При подготовке зерна к помолу такая смесь должна быть разделена с целью выделения только зерен основной культуры.

Процесс механического разделения смесей на их составные, более однородные фракции, называется сепарированием [1].

Для анализа и оценки технологического процесса сепарирования сыпучих смесей, к которым относятся и зерновые смеси, служат методы позволяющие получать наиболее объективные показатели эффекта разделения исходной смеси на составляющие ее компоненты. Прежде, чем перейти к определению показателей технологического эффекта сепарирования, следует ввести некоторые термины и понятия.

Исходная смесь - зерновая смесь, состоящая из одного или нескольких компонентов и предназначенная для разделения в сепараторе.

Фракция - часть смеси, выделенная на сепараторе. Фракция может состоять из одного или нескольких компонентов, входящих в исходную смесь.

Чистота фракции - относительное содержание основного компонента в данной фракции в долях или процентах от выхода.

Выход фракции - отношение количества материала фракции к

количеству исходной смеси, выраженной в долях или процентах от количества исходной смеси.

Степень извлечения - отношение количества компонента во фракции к количеству того же компонента в исходной смеси.

Общая закономерность процесса разделения заключается в том, что исходная смесь в результате сепарирования разделяется на части / новые смеси/, которые качественно отличаются от исходной смеси. Новые смеси / фракции / по своему составу отличаются большей однородностью по тем признакам, которые положены в основу разделения смеси / длина, ширина, толщина и др./, причем, чем однороднее полученные фракции по данному признаку, тем выше эффект разделения.

Качество процесса сепарирования оценивается полнотой выделения каждого из компонентов в чистом виде.

Задачей очистки является отделение от зерновой массы худшего компонента /примесей/ с целью обогащения лучшего компонента /зерна /при наименьших потерях последнего в отходы.

Критерием эффекта сепарирования служит показатель E . Физическая сущность этого показателя теоретически обоснована на примере сортирования двухкомпонентной смеси на две фракции (рисунок 3.1).

Пусть $Q = 1$ - исходная смесь, подлежащая сепарированию. Предположим, что указанную смесь требуется разделить по признаку X на два компонента: φ_1 и φ_2 .

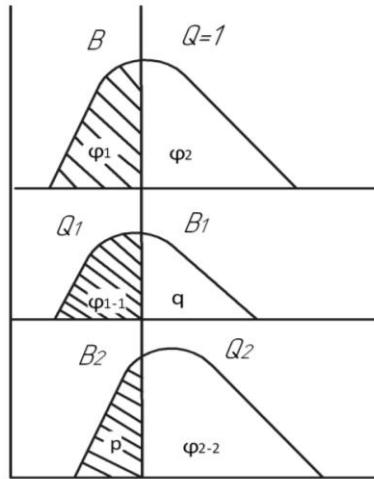


Рисунок 3.1 – Сортирование двухкомпонентной смеси

В результате сепарирования получают две фракции в количестве, соответствующем Q_1 и Q_2 .

Вследствие несовершенства сепаратора во фракции Q_1 содержится некоторая часть q частиц компонента φ_2 , а во второй фракции Q_2 - p частиц компонента φ_1 .

Чистота первой фракции φ_{11} равна: $\varphi_{11} = \frac{Q_1 - g}{Q_1}$,

а второй фракции φ_{22} равна: $\varphi_{22} = \frac{Q_2 - p}{Q_2}$

При идеальной работе сепаратора, т.е. при оптимальном режиме исходная смесь будет разделена на 2 фракции с максимальным показателем их чистоты $\varphi_{max 1}; \varphi_{max 2}$

Если сепаратор работает не в оптимальном режиме, то $\varphi_{11} < \varphi_{max 1}$, а

$\varphi_{22} < \varphi_{max 2}$. Поскольку $\varphi_{11} > \varphi_1$, а $\varphi_{22} > \varphi_2$, то содержание первого компонента в первой фракции (ее чистота) увеличится на $\varphi_{11} - \varphi_1$, а содержание второго компонента во второй фракции увеличится на $\varphi_{22} - \varphi_2$ по сравнению с содержанием этих компонентов в исходной смеси.

Предельно возможное увеличение содержание компонентов в обеих фракциях при оптимальной работе сепаратора будет соответственно равно

$\varphi_{\max 1} - \varphi_{11}$ и $\varphi_{\max 2} - \varphi_{22}$. Следовательно, степень обогащения первой фракции будет равна отношению фактического прироста в ней концентрации первого компонента

$$\frac{\varphi_{11} - \varphi_1}{\varphi_{\max 1} - \varphi_1}$$

к предельно возможной, т.е.: $\varphi_{\max 1} - \varphi_1$ и соответственно, степень обогащения второй фракции

$$\frac{\varphi_{22} - \varphi_2}{\varphi_{\max 2} - \varphi_2}$$

Общий эффект сепарирования E определяется как средневзвешенная степень обогащения обеих фракций:

$$E_2 = W_1 \frac{\varphi_{11} - \varphi_1}{\varphi_{\max 1} - \varphi_1} + W_2 \frac{\varphi_{22} - \varphi_2}{\varphi_{\max 2} - \varphi_2}$$

В частном случае, когда исходная смесь может быть разделена на компоненты в чистом виде, т.е. $\varphi_{\max 1} = \varphi_{\max 2} = 1$, показатель E будет равен

$$E_2 = W_1 \frac{\varphi_{11} - \varphi_1}{1 - \varphi_1} + W_2 \frac{\varphi_{22} - \varphi_2}{1 - \varphi_2}$$

где $W_1 = \frac{Q_1}{Q}$, $W_2 = \frac{Q_2}{Q}$ выход соответственно, первой и второй фракций.

Распространяя вывод на сложные смеси, общий технологический эффект сепарирования n -компонентной смеси на n -фракций можно представить в следующем виде:

$$E_n = \sum_{i=1}^n W_i \frac{\varphi_{ii} - \varphi_i}{1 - \varphi_i} \text{ где: } \varphi_i - \text{ содержание } i\text{-го компонента в исходной смеси;}$$

φ_{ii} – чистота i -й фракции

W_i – выход i -й фракции

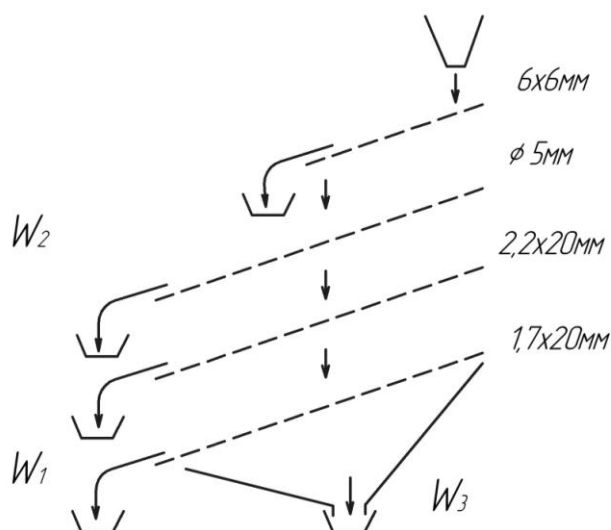


Рисунок 3.2 – Установка сит в сепараторе

Описание лабораторной установки.

Работа выполняется на лабораторном сепараторе. Сепаратор состоит из станины, ситового корпуса и приёмного бункера с питателем. Ситовой корпус совершает 200 колебаний в минуту с помощью эксцентрикового механизма на приводном валу, вращающемся от электродвигателя. В ситовом корпусе закреплены четыре сита (Рисунок 3.2). Первое, «карманного типа», выполняет роль приемного сита с размером отверстий $6 \times 6 \text{ мм}$, на котором выделяются особо крупные примеси. Второе сито с круглыми отверстиями диаметром 5 мм для выделения крупных примесей, прошедших через приемное сито. Третье сито с прямоугольными отверстиями размерам $2,2 \times 20 \text{ мм}$ для выделения крупного зерна. Четвертое подсевное сито размером $1,7 \times 20 \text{ мм}$ для выделения мелких примесей. Сходом с этого сита получают мелкое зерно. Таким образом, основной компонент /зерно/ выделяется проходом через сито диаметром 5 мм и сходом с сита $1,7 \times 20 \text{ мм}$. Второй компонент / крупные примеси / выделяется сходом с первых двух сит с отверстиями $6 \times 6 \text{ мм}$ и диаметром 5 мм . Третий компонент /мелкие примеси/ - проходом через сито с отверстиями размером $1,7 \times 20 \text{ мм}$.

Порядок выполнения работы.

Из предназначенной к очистке партии зерна выделяют две навески: одна /50 г/ для анализа, вторая /2 кг/ для очистки на сепараторе.

Первую навеску подвергают техническому анализу на содержание удаляемых примесей в зерне до машины, т.е. определение содержания компонентов $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ в долях единицы или процентах.

Вторую навеску пропускают через сепаратор до полного освобождения сит от сходового продукта. Полученные три фракции взвешивают на весах.

Результаты взвешивания, выраженные в процентах в исходной смеси, рассматривают как выход каждой фракции W_1, W_2, W_3

Из каждой излученной после сепарирования фракции отбирают навески по 50 г для определения чистоты фракции по содержанию в них основных компонентов, а именно: $\varphi_{11}, \varphi_{22}, \varphi_{33}$.

Результаты определений заносят в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 – Характеристика компонентов

Компоненты	Содержание компонентов в исходной смеси φ_1		Выход фракций $W\%$	Чистота фракций φ_{11}	
	В %	в долях		в %	в долях
Первый(зерно)					
Второй(крупные примеси)					
Третий (мелкие примеси)					

На основании полученных результатов, определить эффективность сепарирования исходной смеси по формуле:

$$E = W_1 \frac{\varphi_{11} - \varphi_1}{1 - \varphi_1} + W_2 \frac{\varphi_{22} - \varphi_2}{1 - \varphi_2} + W_3 \frac{\varphi_{33} - \varphi_3}{1 - \varphi_3}, \%$$

Примечание: Очистку сит от застрявшего продукта производить только после остановки сепаратора.

4 Лабораторная работа № 4. Исследование эффективности обработки поверхности зерна на комбинированной обоечно-щеточной машине

Цель работы. Определение технологического эффекта работы лабораторной обоечно-щеточной машины.

Основные положения. Зерновая масса, очищенная от посторонних примесей, еще не подготовлена к помолу, так как на поверхности зерна остается большое количество пыли и микроорганизмов, а также комочки грязи, приставшие к зернам.

В зерноочистительном отделении мукомольного завода для очистки поверхности зерна, частичного удаления бородки, зародыша и верхних плодовых оболочек применяются обоечные машины с наждачным (ЗНП) и стальным цилиндром (ЗНП, ЗОМ), а также машины, у которых рабочая поверхность цилиндра выполнена из сита (РЗ – БМО, РЗ – БГО) и щеточные машины БЦМ и БШП на предприятиях с механическим и пневматическим внутрицеховым транспортом.

Зерно через приемный патрубок поступает в машину, подхватывается вращающимися бичами и отбрасывается на рабочую поверхность цилиндра. В результате многократных ударов и интенсивного трения зерна, о рабочую поверхность и бичи удаляется бородка, частично верхний слой плодовой оболочки и зародыш.

Зерно, ударяясь о поверхность цилиндра, приобретает кинетическую $E/\text{кг м/}$, возникающую при ударе бичом:

$$E = \frac{m \cdot v^2}{2} ; \quad (4.1)$$

где m - масса одного зерна, кг $\text{с}^2/\text{м}$;
 v - скорость движения зерна, м/с, равная окружной скорости движения бича в момент удара.

Таким образом, степень очистки поверхности зерна в основном зависит

от окружной скорости бичей. С повышением скорости бичей лучше очищается поверхность зерна, однако при этом увеличивается количество битых зерен [9].

Щеточные машины применяют для удаления надорванных, но не отделенных частиц оболочек и пыли с поверхности зерна. Технологический эффект работы обоечных и щеточных машин характеризуется снижением зольности зерна на 0,01 % – 0,03 %, образованием битых зерен, количеством и составом полученных отходов и содержанием в отходах битых и целых зерен.

На эффективность работы машин оказывают влияние, кроме величины окружной скорости бичевого ротора, влажность зерна, нагрузка, расстояние между кромкой бичей и поверхностью цилиндра, угол наклона бичей.

Описание лабораторной установки

Лабораторная установка состоит из обоечной машины с гладким стальным цилиндром и щеточной машины с рабочим цилиндром, выполненным из сита. Через приемный патрубок зерно попадает в обоечную машину, где подхватывается бичами и постепенно перемещается от приема к щеточной машине. При этом происходит отделение минеральной пыли, бородки, частично оболочек и зародыша.

В щеточной машине происходит окончательная обработка поверхности зерна, после чего зерно сходом выводится из машины, а пыль и дробленое зерно проходят через сито попадают в сборную коробку. После обработки в обоечно-щеточной машине зерно целесообразно пропустить через аспирационную колонку или какой-либо другой пневмосепаратор.

Порядок выполнения работы

Для выполнения работы необходимо предварительно подготовить три

образца зерна пшеницы по 500 г с различной влажностью от 12 % до 17 %. Количество воды, необходимое для достижений заданной влажности определяют по формуле

$$G_в = G_з \frac{W_к - W_н}{100 - W_к} ; \quad (4.2)$$

где $G_з$ - масса образца зерна, г;

$W_н$ и $W_к$ - соответственно начальное и конечное значения влажности, %.

Каждый образец зерна при одинаковом положении заслонки приемного патрубка последовательно три - четыре раза пропускают через обоечно - щеточную машину.

После взвешивания, необходимого для определения отходов, отбирают две навески зерна по 20г одну для определения зольности и влажности зерна; другую для определения количества битого зерна.

Отходы /обоечную пыль/ собирают, анализируют состав и отбирают навеску 10 г для определения зольности и влажности.

Результаты опытов заносят в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Результаты работы

Влажность зерна, %	Выход зерна, %	Отходы, %	Битое зерно, %	Зольность, %	
				зерна	отхода в

Сделать вывод о влиянии влажности зерна на эффективность работы обоечно-щеточной машины.

Методика определения зольности зерна

Определение зольности без применения ускорителя.

Это основной метод. При определении зольности зерна из среднего образца делителем или вручную выделяют 20 – 50 г зерна, очищают его от сорной примеси, за исключением испорченных зерен и размалывают на лабораторной мельнице так, чтобы все размолотое зерно при просеивании прошло через сито с металлотканой сеткой 0.80. Размолотое зерно или выделенную из среднего образца навеску муки массой 20 - 30г. высыпают на стеклянную пластинку размером: 20x20 см и смешивают шпателем или двумя плоскими совками. Затем муку распределяют на стекле тонким слоем / не толще 3-4 мм / при помощи стекла помещенного сверху. Сняв верхнее стекло, из разных мест / не менее чем из 10 / ложечкой или совочком набирают муку в заранее прокаленные и взвешенные тигли /около 1,5 - 2,0 г/ взвешивают их с точностью до 0,0002 г. Тигли с мукой ставят у края дверцы муфельной печи, нагретой до температуры темно-красного каления.

Мука в тиглях сгорает. При этом надо следить за тем, чтобы продукт не воспламенился. После выделения продуктов сухой перегонки тигли задвигают внутрь муфеля. Сжигают муку до полного исчезновения черных частиц, пока цвет золы не станет белым или слегка сероватым. Затем тигли переносят в эксикатор для охлаждения. Когда тигли приобретут комнатную температуру, их взвешивают и массу записывают в журнал.

Взвешенные тигли вновь помещают в накалившую муфельную печь на 20 минут, затем снова охлаждают в эксикаторе и взвешивают. Если масса тиглей уменьшилась, то озоление продолжают до тех пор, пока два последующих взвешивания не дадут одинаковой массы или расхождения составят не более 0,0002 - 0,0003 г. После того, как тигли достигнут постоянной массы, озоление считается законченным.

Зольность в процентах на абсолютно сухое вещество вычисляется по формуле

$$X = \frac{H_1 \cdot 100 \cdot 100}{H(100 - W)}; \quad (4.3)$$

где H - масса навески муки, г;

H_1 - масса золы, г;

W - влажность муки, %.

За фактическую зольность муки принимают среднее арифметическое из двух определений. Результаты определения проставляют в документах о качестве с точностью до 0,01 %.

Определение зольности с применением в качестве ускорителя азотной кислоты.

Всю подготовительную работу к озолению и начало озоления проводят в порядке, указанном в методике определения зольности без ускорителя.

Озоление ведут примерно около часа, т.е. пока содержимое тигля не превратится в рыхлую массу серого цвета. Затем тигли вынимают из печи, ставят на фарфоровую или металлическую подставку и охлаждают (вне эксикатора). После охлаждения в каждый тигель пипеткой прибавляют 2-3 капли химически чистой азотной кислоты. Для выпаривания азотной кислоты тигли помещают на открытую дверцу муфельной печи. Выпаривать следует осторожно, не допуская кипения, чтобы предотвратить разбрызгивание кислоты и потери озоляемого продукта.

Как только закончится испарение кислоты, тигли помещают на 20 минут внутрь муфельной печи, нагретой до ярко-красного каления и продолжают озоление до полного сгорания продукта. Потом тигли охлаждают в эксикаторе, взвешивают и вычисляют процент зольности в порядке, указанном выше. Полученные результаты записывают в журнал.

5 Лабораторная работа № 5. Составление количественного баланса подготовительного отделения мукомольного завода

Цель работы. Освоение методики расчета количественного баланса подготовительного отделения мукомольного завода сортового помола пшеницы.

Основные положения. При проведении подготовительных операций с зерном перед размолотом масса его изменяется из-за удаления примесей и вследствие увлажнения при ГТО. Для контроля массы зерна, поступающего на I драную систему, определяют эти изменения. Это необходимо также для оценки эффективности использования зерна, т. е. для оценки расчетных норм выхода готовой продукции.

Методические указания. Уравнение количественного баланса процесса имеет следующий вид:.

$$\sum_{i=1}^n M_i = \sum_{j=1}^n M_j \quad (5.1)$$

где M_i — начальная масса продуктов; M_j — конечная масса продуктов.

Таким образом, количественный баланс определяет равенство масс начальных и конечных продуктов. В нашем случае в качестве M_i выступает зерно на входе в подготовительное отделение и вода, поступающая в зерновую массу при ГТО; M_j - зерно на выходе к подготовительного отделения, т. е. перед I драной системой, и выделенные из зерна отходы при очистке его от примесей и обработке поверхности.

Изменение массы зерна в результате увлажнения или выделения примесей рассчитывают по формуле:

$$\Delta M = M_0 \frac{x_1 - x_2}{100 - x_2} \quad (5.2)$$

где X_1 и X_2 — исходное и конечное значения влажности зерна или содержания примесей зерновой массе;
 M_0 — исходная масса зерна до проведения операции увлажнения или сепарирования.

Конечное значение массы зерна после указанных операций находят по формуле:

$$M_1 = M_0 \frac{100 - x_1}{100 - x_2} \quad (5.3)$$

Следовательно, для расчета количественного баланса подготовительного отделения мукомольного завода необходимо знать: M_0 исходную массу зерна, поступившего в подготовительное отделение w_0 — исходную влажность зерна; w_1 — влажность зерна перед I драной системой; C_0 — исходное суммарное содержание сорной и зерновой примесей в зерне; C_1 — конечное содержание этих примесей.

При расчете баланса следует учесть, что увлажнению подвергается не вся масса поступившего на мукомольный завод зерна M_0 , так как перед ГТО из него удаляют примеси в различных сепарирующих машинах. Для относительно точного расчета необходимо исключить массу негодных отходов, выделенных на этапе первичной очистки [6].

Тогда на увлажнение поступает масса зерна

$$M_0' = M_0 - \Delta M_1 \quad (5.4)$$

где ΔM_1 — изменение массы зерна в результате удаления примесей.

Массу партии зерна перед I драной системой определяют из выражения

$$M_1 = M_0 - \Delta M_1 + \Delta M_2 \quad (5.5)$$

где ΔM_1 и ΔM_2 — изменения массы по засоренности и влажности.

Таким образом, для расчета количественного баланса подготовительного отделения мукомольного завода необходимо знать содержание в зерне

примесей и изменение его влажности, произошедшее в результате проведения операций при подготовке зерна к размолу.

Порядок выполнения работы. Для расчета количественного баланса подготовительного отделения используют данные приведенных задач, либо из рабочих журналов ПТЛ или из актов зачистки мукомольного завода. При возможности сами студенты должны выполнить все анализы по определению влажности и содержания примесей. Для этого используют зерно, отобранное непосредственно на мукомольном заводе в соответствующих точках схемы.

Задачи.

1. $M_0 = 1000 \text{ т}$

$W_1 = 13,0 \%$

$W_2 = 15,0 \%$

$Сор_1 = 2,0 \%$ $Сор_2 = 0,3 \%$

$Зер_1 = 4,5 \%$ $Зер_2 = 1,0 \%$

$M_1 - ?$

2. $M_0 = 1000 \text{ т}$.

$W_1 = 11,95 \%$

$W_2 = 15,5 \%$

$Сор_1 = 1,5 \%$ $Сор_2 = 0,4 \%$

$Зер_1 = 4,0 \%$ $Зер_2 = 1,0 \%$

$M_1 - ?$

3. $M_0 = 1000 \text{ т}$

$W_1 = 12,0 \%$

$W_2 = 15,5 \%$

$Сор_1 = 1,0 \%$ $Сор_2 = 0,4 \%$

$Зер_1 = 1,5 \%$ $Зер_2 = 0,8 \%$

$M_1 - ?$

4. $M_0 = 1000 \text{ т}$

$W_1 = 12,0 \%$

$M_1 = 1000 \text{ т}$.

$Сор_1 = 2,0 \%$ $Сор_2 = 0,5 \%$

$Зер_1 = 4,5 \%$ $Зер_2 = 1,5 \%$

$W_2 = ?$

6 Лабораторная работа № 6. Влияние крупности и выравненности зерна на выход и качество муки

Цель работы: Изучить влияние крупности зерна на выход и качество готовой продукции.

Оборудование и приборы : Лабораторная четырехвалковая мельничная установка ЛММ, весы технические НБ-1500-М, рассев одногнездный РЛ-1 с набором сит 2,8×20; 2,5×20; 2,2×20; 2,0×20; 1,7×20;белизномер для муки БЛИК-РЗ – СМП.

Общие положения. Физические свойства зерна характеризуются рядом показателей, основными из которых являются форма зерна, объем, выполненность, выравненность партии зерна, стекловидность и др. Эти свойства лежат в основе методов определения качества, а также приемов очистки и переработки зерна.

Форма и линейные размеры зерна определяют выбор схем сепарирования а также характеристику рабочих органов и параметров процесса сепарирующих и измельчающих машин. Под линейными размерами понимается длина, ширина и толщина зерна. Совокупность линейных размеров называется крупностью[6] .

Изучение крупности возможно измерением отдельных зерен навески при помощи специальных измерительных средств (микрометра, часового проектора, измерительного микроскопа и др.) и ситового анализа, при котором навеску зерна просеивают через набор сит с отверстиями определенной формы и размеров. Так как в большинстве авторитетных источников указывается, что определяющим параметром мукомольных свойств зерна является его толщина, то целесообразно при проведении анализов использовать штампованные сита с продолговатыми (прямоугольными) отверстиями.

Общие выводы формируются в таком виде, что крупность зерна является одним из важнейших признаков, определяющих его технологические свойства. Чем крупнее зерно, тем больше относительное содержание эндосперма, тем выше потенциальный выход муки.

В связи с этим на производственных предприятиях при подготовке партии зерна к помолу практикуют отбор мелкой фракции, характеризующейся проходом сита $2,2 \times 20$ или ($2,0 \times 20$) и сходом $1,7 \times 20$, в количестве 5-8%.

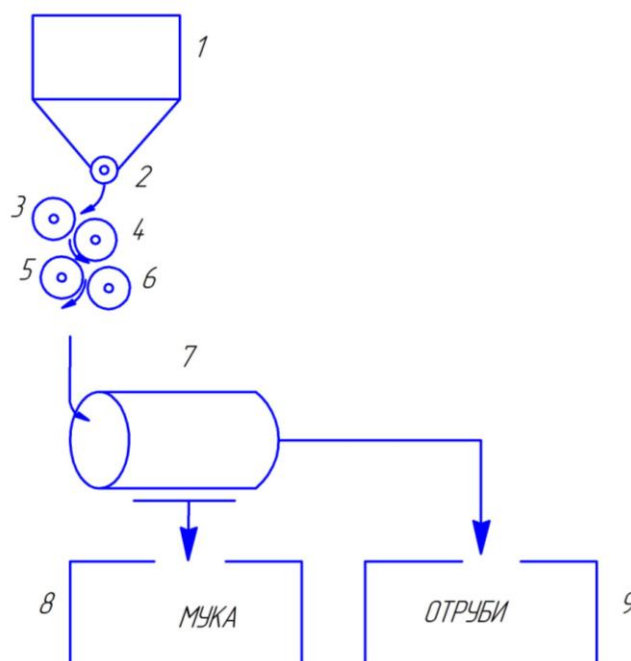
Показатель крупности дополняется показателем выравненности, под которой понимают степень однородности отдельных зерен в зерновой массе. Выравненность не следует путать с крупностью. Это разные понятия. Зерно может быть выровненным и одновременно мелким, крупным и вместе с тем невыравненным .

Выравненность партия зерна выражают двумя способами: массой (процентами) наибольшего остатка на сите или (чаще всего) наибольшей суммарной массой остатков на двух смежных ситах. В практике для определения выравненности достаточно просеять навеску зерна (обычно 100гр.) через набор сит с определенными наборами отверстий.

Выравненное зерно облегчает регулирование режима его переработки. Характеристики рабочих органов сепарирующих и измельчающих машин легче подобрать для зерна более однородного по крупности. В результате заметно возрастает эффективность его переработки, повышается выход готовой продукции, улучшается ее качество.

Порядок выполнения работы.

Из предварительно очищенного и увлажненного зерна отбирают образец массой 200г. для определения выхода и качества муки из исходного зерна. Остальное зерно просеивают на ситах с отверстиями $2,8 \times 20$; $2,5 \times 20$; $2,2 \times 20$; $2,0 \times 20$. Из полученных фракций отбирают образец крупного зерна (сход с сита $2,5 \times 20$), мелкого зерна (проход сита $2,0 \times 20$ / сход с сита $1,7 \times 20$) и наиболее выровненного с одного или смежных сит. Масса каждого образца равна 200г.



1-приемный бункер, 2- питающий механизм, 3,4,5,6- рифленые валцы, 7- цилиндрическое сито, 8,9- емкости для муки и отрубей.

Рисунок 6.1 – Схема лабораторной мельничной установки LMM

Каждый из четырех образцов размалывают на лабораторной мельничной установке. Нарезка рифлей применена от 7 до 15 на 1 см. Мука просеивается через сито №23. Полученные продукты взвешивают, определяют выход муки и проводят анализ ее качества на белизномере БЛИК-РЗ результат заносят в таблицу, сравнивают между собой и делают вывод о влиянии крупности и выравненности зерна на выход и качество муки.

Результаты заносят в таблицу 6.1

Таблица 6.1 – влияние крупности и выравненности зерна на качество готовой продукции

Образец	Масса г/%	Выход, %		Белизна муки, прибор БЛИК	Сорт муки
		муки	отрубей		
Исходное зерно					
Сход 2,5×20					
Крупное зерно					
2,2×20/1,7×20					
Мелкое зерно					
Выравненное зерно					

Порядок выполнения работы на приборе белизномер «Блик-РЗ»

Назначение белизномера

Лабораторный белизномер предназначен для измерения направленного зонального коэффициента отражения муки и определения ее белизны при последующей статистической обработке результатов измерений, проводимых в автоматическом режиме.

Лабораторный белизномер предназначен для оценки сортности муки по белизне по ГОСТ 26361, для оперативного контроля технологического процесса производства муки на предприятиях мукомольной промышленности, для входного контроля качества муки на хлебопекарных предприятиях.

Подготовка к работе

Тумблер «сеть», расположенный на задней панели прибора, должен находиться в выключенном положении.

Подключить вилку сетевого кабеля к сетевой трехконтактной розетке с номинальным напряжением 220 В и заземлением.

Включить тумблер «сеть». После успешного прохождения внутренних тестов, на индикаторе появится сообщение /P000...P999/, соответствующее заводскому номеру прибора и сигнализирующее о готовности прибора к работе.

Порядок работы

Открыть крышку и снять кювету. Вынуть из кюветы светозащитный экран.

Убедиться в отсутствии на внешней и внутренней сторонах стекла кюветы жировых пятен и пыли. При необходимости протереть батистовой салфеткой, проверяя чистоту стекла на свет.

Установить кювету на плоскую жесткую поверхность. Насыпать до краев кюветы пробу муки, подготовленную по ГОСТ 26361, и выровнять при помощи разравнивающей пластины. Положить на поверхность муки светозащитный экран и равномерно нажать на него при помощи разравнивающей пластины до соприкосновения последней с бортиком кюветы.

Снять разравнивающую пластину, нажать кнопку «старт» (на индикаторе /сссХ/ где Х- номер рабочей кюветы), установить кювету со светозащитным экраном на ось прибора и легким вращением совместить паз кюветы с поводком оси (кювета при этом ляжет на три фторопластовых опоры обеспечивающие параллельность плоскости кюветы относительно фотометрического блока).

Нажать кнопку «старт» на передней панели прибора.

Кювета начнет вращение с периодическими остановками для измерения интенсивности отраженного светового потока. По окончании измерений кювета останавливается, и на индикаторе отображается число с десятичной точкой, соответствующее среднему значению показателя белизны. Данное значение будет сохраняться до следующего нажатия на кнопку «старт». Мигание результирующего значения говорит о том, что показания от различных участков муки отличаются более чем на одну единицу.

Таблица 6.2 – Нормы белизны хлебопекарной муки в единицах шкалы прибора РЗ-БПЛ

Сорт муки	Белизна в условных единицах шкалы приборов РЗ-БПЛ или «БЛИК-РЗ»	
	Не менее	Не более
Высший	54	-
Первый	36	53
Второй	12	35

7 Лабораторная работа № 7. Определение режима работы драных систем при сортовых помолах пшеницы

Цель работы: Определение параметров режима работы вальцового станка лабораторной мельничной установки в соответствии с рекомендациями «Правил организация и ведения технологического процесса на мукомольных заводах».

Основные положения

Анатомические особенности строения зерна и структурно-механические свойства его не позволяют отделить эндосперм от оболочек в результате однократного измельчения и просеивания. Наиболее успешно решается эта задача путем многократного и последовательного измельчения зерна и его частей, в результате чего получается большое количество промежуточных продуктов, различных по крупности.

Фракция из частиц зерна, занимающих по крупности, промежуточное положение между частицами верхних сходов и муки называют крупками.

Крупность крупок, как и других промежуточных продуктов размола зерна, выражают простой дробью, числителем которой является номер сита, через отверстия которого прошли крупки, знаменателем с которого они сошли сходом (таблица 7.1).

В технологии производства сортовой муки дробление зерна с извлечением промежуточных продуктов проводят в драном (крупобразующем) процессе. Его задача заключается в получении максимального количества крупок и дунстов и небольшого количества муки с минимальным содержанием в ней оболочек [8].

Таблица 7.1 – Классификация продукта измельчения по крупности.

Продукты	Шелковые сита	Капроновые сита	Размер частиц, мкм
Крупная крупка	71/120	7/12	1150 710
Средняя крупка	120/160	12/17	630 500
Мелкая крупка	160/200	17/23	450 315
Жёсткий дунст	200/27	23/29	280 250
Мягкий дунст	27/38	29/43	250 180
мука	38/-	43/-	Менее 180

Драной процесс состоит из двух операций. Первая включает три - четыре системы для получения продуктов первого качества. Вторая операция состоит из одной - двух систем для окончательного отделения остатков эндосперма от оболочек.

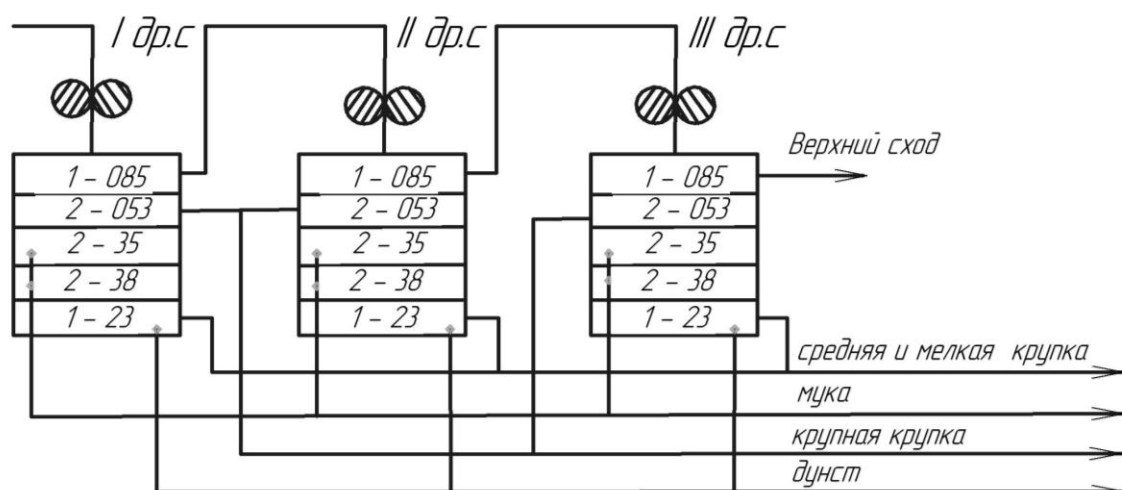


Рисунок 7.1 – Технологическая схема измельчения зерна на I-III драных системах сортового помола пшеницы.

Системой называют машину или группу машин, выполняющих определенную операцию (сортировочная система, драная система и др. Режим работы системы (режим измельчения) оценивают извлечением через контрольное сито определённого размера.

Общее извлечение представляет собой отношение массы продуктов, полученных в данной системе проходом через определённое сито и направленных на другие операции, к массе зерна, подаваемого на I дранную систему, либо к нагрузке на данную систему за вычетом недосева, выраженное в процентах.

$$I = \frac{(P - H)100}{100 - H}, \quad (7.1)$$

где H – содержание промежуточных продуктов и муки до станка (недосев);
 P – содержание промежуточных продуктов и муки после станка.

Для сортовых помолов пшеницы извлечения, рекомендуемые «Правилами организации и ведения технологического процесса на мельницах», приведены в таблице 7.2.

Таблица № 7.2 – Режимы измельчения для сортовых помолов пшеницы

Показатели	Дранные системы			
	1	2	3	4
Контрольный номер сита	1	1	0,8	0,56
Извлечение в % к системе при высоком режиме измельчения	10-25	45-55	40-50	30-40
Извлечение в % к системе при интенсивном режиме измельчения	25 – 35	50 – 60	35 – 45	–

При постоянных геометрических и кинематических параметрах рабочих поверхностей валцов эти режимы зависят в основном от величины рабочего зазора между вальцами. По мере его уменьшения общее извлечение или проход через контрольное сито увеличивается. Эта зависимость может быть выражена формулой:

$$И = f(v),$$

где И – общее извлечение;
в – величина рабочего зазора между вальцами

Порядок выполнения работы

Из подготовленного к размолу зерна взвешивают четыре образца массой 1 кг каждый

Каждый образец подвергают дроблению на трёх дранных системах при разных зазорах между вальцами.

После измельчения на каждой системе продукты просеивают в течении 3 минут на рассеве – анализаторе для выделения круподунстовых продуктов и муки.

Полученные результаты заносят в таблицу 7.3 и проводят графическое построение зависимости извлечения на системе от величины зазора между вальцами.

Результаты сравнивают с рекомендациями «Правил организации, и ведения технологического процесса на мельницах», подбирают близкий к ним вариант для последующей лабораторной работы – сортовой помол пшеницы.

Выполнение работы в производственных условиях

Специальным совком с длинной ручкой отбирают продукты измельчения до и после вальцового станка определенной системы, на I драной системе – только после станка. Масса образца должна быть не менее 300 - 400 грамм.

После тщательного смешивания образцов отбирают навески массой 100 грамм для определения общего извлечения.

Указанные навески в течение 3-х минут просеивают на рассеве-анализаторе на соответствующем сите.

После просеивания проходы *Н* (до станка) и *П* (после станка) взвешива-

ют, результаты записывают в формулу 7.1. Определяют общее извлечение и сравнивают с рекомендациями «Правил организации и ведения технологического процесса на мельницах».

Если необходимо определить частное извлечение какого-либо продукта, вместо одного сита используют набор сит, служащих для классификации круподунстовых продуктов по крупности.

Результаты исследования должны быть доложены и обсуждены с начальником цеха предприятия.

Таблица 7.3 – Общее и частное извлечение продуктов на I – III драных системах

Вариант	Дранные системы	Зазоры между вальцами. мм	Поступило на систему г/%	Получено						Извл. к I др. с.	
				Верх. сход	Кр. кр.	Ср. кр.	Мел. кр.	Жёс. дунст	Мяг. дунст		мука
<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1,6</u>									
	<u>2</u>	<u>0,6</u>									
	<u>3</u>	<u>0,4</u>									
<u>2</u>	<u>1</u>	<u>1,4</u>									
	<u>2</u>	<u>0,45</u>									
	<u>3</u>	<u>0,3</u>									
<u>3</u>	<u>1</u>	<u>1,2</u>									
	<u>2</u>	<u>0,3</u>									
	<u>3</u>	<u>0,2</u>									
<u>4</u>	<u>1</u>	<u>1,0</u>									
	<u>2</u>	<u>0,2</u>									
	<u>3</u>	<u>0,1</u>									

8 Лабораторная работа № 8. Односортный помол пшеницы со снятием количественного баланса

Цель работы. Приобретение практических навыков ведения технологического процесса сложного повторительного помола.

Основные положения

Помолом принято называть совокупность связанных между собой в определенной последовательности операций по переработке зерна в муку. Процесс помола обычно изображают графически в виде технологической схемы, на которой условными обозначениями указаны машины и дана их техническая характеристика, а также направление движения продуктов.

В основу классификации помолов положены следующие признаки: кратность измельчения зерна; степень развитости помола в целом; степень развитости процесса обогащения крупок. По первому признаку помолы подразделяются на разовые и повторительные. При разовых помолах муку получают в результате однократного пропуска зерна через измельчающую машину.

Более совершенными являются повторительные помолы, при которых зерно постепенно измельчается на нескольких системах.

По второму признаку повторительные помолы, как правило, состоят из одного драного процесса, например, помол ржи или пшеницы в обойную муку. Сложные помолы более развиты и включают кроме драного размольный процесс, а более сложные (сортовые) - дополнительно ситовеечный и шлифовальный процессы [12].

По третьему признаку сложные повторительные помолы могут быть без процесса обогащения, с сокращенным и с развитым процессом обогащения промежуточных продуктов.

Одним из примеров сложного повторительного помола с сокращенным процессом обогащения является 85%-ный помол пшеницы. При этом типе помола ситовеечные машины используют, как правило, для отбора манной

крупы. Обогащению подвергается только крупная крупка первого качества.

В случае если отбор манной крупы в схеме не предусмотрен, помол можно производить без процесса обогащения.

При 85 %-ном помоле получают хлебопекарную муку второго сорта с зольностью не более. 1,25 %.

Описание технологической схемы лабораторного помола

Для проведения помола используют лабораторную мельничную установку «Нагема».

Схема лабораторного помола включает 5 драных и 6 размольных систем.

Режимы измельчения подбирают таким образом, чтобы в драном процессе получать 50 % – 55% от общего количества муки. Крупки и дунсты с драных систем направляют для измельчения на размольные системы. Сход 5 драной системы направляют в отруби. 4-я размольная система выполняет роль сходовой системы, на нее направляют верхние схода с первых 2-х размольных систем. Муку, полученную со всех систем смешивают и определяют ее качество.

Порядок выполнения работы

Для выполнения работы выделяют бригаду из 5-6 студентов и распределяют обязанности между ними.

В приемный бункер вальцового станка засыпают 3 кг зерна прошедшего очистку, увлажнение и отволаживание. Измельчение ведут на режимах установленных в предыдущих лабораторных работах, связанных с измельчением зерна.

Полученные после каждой системы продукты взвешивают и массу записывают в граммах. При несоответствии суммы масс полученных продуктов массе поступившего на систему продукта, нужно уравнивать баланс. При лабораторных помолах удобнее всего уравнение баланса вести только за счет

готовой продукции: муки и отрубей.

Обеспечив баланс на системе, пересчитывают массу всех продуктов в % к I драной системе и результаты записывают в таблицу - шахматку. № 8.1

Полученные результаты сравнивают с рекомендациями «Правил организации и ведения технологического процесса на мельницах».

9 Лабораторная работа № 9. Определение удельной нагрузки на вальцовую линию драных систем

Цель работы:

Определение удельной нагрузки на вальцовую линию лабораторной мельничной установки и вальцовую линию драных систем размольного отделения мельницы сортового помола пшеницы.

Основные положения.

На степень измельчения в вальцовом станке и качество получаемых промежуточных продуктов и муки большое влияние оказывает количество продукта, поступающего в единицу времени. В практике эксплуатации мельниц это количество продукта принято характеризовать величиной удельной нагрузки количеством продукта, поступающего на 1 см длины вальцовой линии за сутки (кг/см сут).

В зависимости от схемы помола и назначения системы Правилами организации ведения технологического процесса на мельницах установлены соответствующие нормы удельных нагрузок.

Например, удельная нагрузка на вальцовый станок 1 драной системы колеблется в пределах 800 – 1200 кг/см сутки.

Следует различать удельную нагрузку на вальцовый станок конкретной системы от нагрузки при определении технических норм производительности станков, где общее количество зерна /производительность мельницы/ равномерно распределяется на длину вальцовой линии всех систем размольного отделения. В этом случае, например, средняя удельная нагрузка при сортовых помолах пшеницы принимается равной 65 – 85 кг/см сутки.

В процессе работы станков нагрузка колеблется и зависит от многих факторов: влажности зерна, состава помольной смеси, режима работы станков на соседних системах, технического состояний измельчающего и сепарирующего оборудования.

Снижение удельных нагрузок на вальцовые станки улучшает качество муки, повышает выход высоких сортов и улучшает условия труда.

При повышении удельной нагрузки зазор между вальцами увеличивается вследствие роста давления продукта на вальцы, что обуславливает некоторое снижение извлечения [10].

Во время работы мельницы сменный инженер-технолог должен периодически контролировать удельную нагрузку на драные и размольные системы.

Описание лабораторной установки

Лабораторная мельничная установка «Нагема» состоит из вальцового станка /двух самостоятельных половинок/ с вальцами длиной 150мм и диаметром 220 мм и самобалансирующегося двухкорпусного отсева пакетного типа. Под отсевом расположены ящики, куда поступают отдельные фракции продукта после просеивания. Продукт для измельчения подается двумя валиками: питающим и распределительный.

Количество продукта, подаваемого в зону измельчений, регулируется питающей заслонкой, положение которой фиксируется винтом и гайкой.

Для определения заданной нагрузки к питающей заслонке прикрепляют стрелку, а к внутренней боковине станка пластинку с делениями.

При подъеме и опускании заслонки конец стрелки перемещается по пластине, что позволяет зафиксировать определенное положение стрелки, соответствующее той или иной нагрузке.

Порядок выполнения работы

Из предварительно очищенного и прошедшего холодное кондиционирование зерна взвешивают 3-4 образца по 3 кг каждый.

Питающую заслонку устанавливают в среднее положение и при межвальцевом зазоре 1,2 мм, измельчают один образец, фиксируя время измельчения.

Путем изменения положений питающей заслонки, устанавливают нагрузку, при которой измельчение одного образца происходит за 1 минуту.

Из каждого измельченного образца отбирают по 100 г продукта и просеивают в течение 3 минут на рассеива-анализаторе с ситом №71 для определения величины общего извлечения.

Удельную нагрузку определяют по формуле:

$$q = \frac{G_3 \cdot 60 \cdot 24}{15 \cdot t}; \text{кг} / \text{смсут} \quad (9.1)$$

где G_3 - масса образца зерна, кг;

t - время измельчения, мин, определяют удельную нагрузку при измельчении каждого образца и делают вывод о влиянии удельной нагрузки на общее извлечение.

Выполнение работы в производственных условиях

Определение удельной нагрузки на вальцовые станки в производственных условиях производят при помощи совка шириной 10 см с днищем, выполненным из мягкого материала.

В течение 10 секунд отбирают продукт в нижней части вальцового станка (под нижним вальцом), равномерно передвигая совок по всей длине вальца.

Удельную нагрузку рассчитывают по формуле:

$$q = \frac{G_{\text{прод}} \cdot 8640}{10}; \text{кг} / \text{см}$$

где $G_{\text{прод}}$ - масса отобранного продукта, кг.

Определить удельную нагрузку на драные, размольные, шлифовальные системы и сравнить полученные результаты с рекомендациями "Правил организации и ведения технологического процесса на мельницах".

По результатам работы подготовить заключение о соответствии удельных нагрузок по отдельным системам и ознакомить с данным заключением сменного инженера-технолога или начальника цеха.

10 Лабораторная работа №10. Контроль работы просеивающих машин

Цель работы. Освоить методику контроля сортирования продуктов измельчения по крупности на расसेве.

Оборудование и приборы. Лабораторная мельничная установка, включающая вальцовый станок и рассев; весы технические первого класса точности; лабораторный рассевок-анализатор с набором сит, номера которых должны совпадать с номерами контролируемых сит в расसेве; совки для отбора проб; разборные доски.

Общие положения. При сортировании продуктов измельчения по фракциям крупности на расसेве продукты на соответствующих ситах высеиваются не полностью. Под воздействием различных факторов часть проходовой фракции остается в сходе с сита. Эту часть называют недосевом. Оперативный контроль работы рассева сводится к определению коэффициентов недосева и извлечения муки.

Коэффициент недосева H , %, называют отношение количества проходовых частиц, содержащихся в сходе, к количеству проходовых частиц в исходной смеси продукта. Определяют его по формуле:

$$H = \frac{m_c \cdot 100}{m_n}, \quad (10.1)$$

где m_c – масса проходовых частиц в сходе с рассева, г;
 m_n – масса проходовых фракций в исходной смеси, г.

Коэффициент извлечения K , %, муки равен отношению количества муки, высеянной на расसेве, к количеству муки, содержащейся в продукте, поступившем в рассев. Определяют его по формуле:

$$K = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100}{m_1}, \quad (10.2)$$

где m_1 – масса муки в продукте, поступающем на рассев, г;
 m_2 – масса муки в сходах отсева, г.

Технологическая эффективность работы отсева зависит от ряда факторов: свойств частиц продукта, соотношения различных фракций крупности, удельной нагрузки на сито, его размерной характеристики, параметров работы отсева – частоты вращения привода, эксцентриситета и т.д.

Правилами организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах предусмотрены следующие величины недосевов: в верхних сходах отсева драных систем не более 10 %; в верхних сходах отсева размольных систем не более 12, в нижних сходах отсева драных и размольных систем не более 15, в дунстах, выделенных на различных системах, не более 20 % [10].

В производственных условиях для определения коэффициента недосева анализируют сходовые продукты. Из любого схода отбирают пробы в 6-8 кратной повторяемости с интервалом в 2-3 мин. Отобранный продукт тщательно перемешивают и выделяют навеску массой 100 г. Эту навеску просеивают на отсеке-анализаторе в течение 3 минут. Для просеивания берут сита, номера которых совпадают с контролируемыми ситами, установленными на отсеке. Продукт, прошедший через сито, взвешивают и выражают в процентах.

Для определения коэффициента извлечения муки используют пробы массой 1 кг, выделяемые из продукта, поступающего на рассев, и из всех сходовых продуктов с отсева. Из них выделяют навески массой по 100 г и просеивают на отсеке-анализаторе через мучное сито, номер которого соответствует номеру сита, установленного в отсеке.

Высеянную муку взвешивают, количество муки в сходах с рассева суммируют, и коэффициент извлечения рассчитывают по формуле (7.2).

Порядок выполнения работы. Для освоения методики контроля работы рассева размалывают 3-5 кг зерна на лабораторной установке по установленной технологической схеме.

Преподаватель определяет системы технологического процесса размола зерна, работу которых необходимо проконтролировать. Во время работы системы отбирают пробу продукта, поступающего на рассев, и пробы продуктов, идущих сходами с рассева. Масса проб 400 – 500 г.

Коэффициенты недосева и извлечения муки следует определять в трех повторностях, а затем провести статистическую обработку результатов. Поэтому из каждой пробы выделяют три навески массой по 100 г и просеивают их на соответствующих ситах на рассевке-анализаторе в течение 3 мин. Проход сит взвешивают на технических весах с точностью до 0,1 г. Результаты заносят в таблицу 10.1. На основе сравнения полученных значений коэффициентов с нормами формулируют вывод, который должен содержать оценку работы рассева и рекомендации по устранению недостатков в его работе.

Таблица 10.1 – Результаты контроля работы рассева

Система	Номер сита	Масса проходовой фракции, г		Коэффициент недосева, %	Масса муки в продукте, г		Коэффициент извлечения муки, %
		до рассева	в сходе сита		до рассева	в сходах рассева	
1	2	3	4	5	6	7	8

11 Лабораторная работа № 11. Расчет и контроль выхода продукции при переработке зерна в муку

Цель работы. Овладеть методикой определения нормы выхода муки, отрубей и отходов при переработке зерна, отличающегося по показателям качества от базисного.

Общие положения. Для контроля за правильностью соблюдения норм выходов продукции на мельницах работники ПТЛ обязаны знать и уметь применять базисные нормы выхода, нормы скидок и надбавок для расчёта выхода продукции в зависимости от качества перерабатываемого зерна, знать массу и фактическое качество зерна, уметь определить расчетный выход продукции.

Зная фактический выход полученных продуктов переработки, можно произвести анализ работы мельницы за определенный отрезок времени.

Для того чтобы учет выхода и качества вырабатываемой продукции на мельницах был обоснован и удобен для проверки, все результаты анализов и значения массы записывают в лабораторные журналы и книги учета.

Одна из основных, наиболее ответственных работ ПТЛ на мельницах заключается в правильном определении норм выхода муки, отрубей и отходов и установлении величины недобора муки (промола) или перебора (примола), а при наличии недоборов – в установлении их причин.

Для основных продуктов (муки, крупы) побочных продуктов (отруби, кормовая мучка) отходов с учетом механических потерь и усушки установлены базисные нормы выхода продуктов переработки [3].

Базисным называется выход продукции, который обязаны получить при определенном виде помола из зерна базисных кондиций. Базисное качество зерна пшеницы и ржи влажность – 14,5 %, зольность чистого зерна (без сорной примеси) – 1,85 %, содержание сорной примеси – 1,0 %, в том числе: минеральной – 0,1 %, вредной – 0,1 %, во вредной примеси – горчака

или вязеля 0,05 %, содержание зерновой примеси – 1,0 %, натура пшеницы при сортовых помолах – 775 г/л, при сортовых помолах ржи – 700 г/л.

Расчетный выход продукции определяет ПТЛ на основе установленных для мельницы норм базисного выхода с учетом отклонения фактического качества перерабатываемого зерна от базисного, применяя соответствующие скидки и надбавки. Выход рассчитывают отдельно по каждому показателю качества, т.е. устанавливают изменение выхода муки, отрубей и отходов, в зависимости от зольности, влажности, засоренности и других показателей качества зерна, поступившего на мукомольный завод за отчетный период. Затем все изменения выходов по базисным показателям качества суммируют по каждому продукту и прибавляют (с учетом плюсов и минусов) к базисной норме выхода.

Увеличение или уменьшение базисного выхода продукции при определении расчетного выхода производят в соответствии с нормативами, приведенными в таблице 11.1.

Сумма отклонений по одному показателю качества, взятая по всем продуктам, всегда равна нулю.

Сумма базисных выходов, а также сумма расчетных выходов продуктов всегда равна 100 %.

Таблица 11.1 – Надбавки и скидки с выходов продукции при отклонении фактических показателей качества перерабатываемого зерна от расчетных

Признаки качества	Условия расчета	Изменение базисного выхода: (+) увеличение, (–) уменьшение			
		мука, отруби	кормовой зерно- продукт	отходы с механическими потерями	усушка
1	2	3	4	5	6
Влажность	А. При сортовых помолах мягкой и твердой пшеницы.				

	Расчетная влажность продукции 14,5 % (средневзвешенная) За каждый процент расчетного увлажнения или усушки:				
	а) при увлажнении	+ 0,5			- 0,5
	б) при усушке	-1			+ 1
	Б. При сортовых помолах ржи, обойных помолах пшеницы и ржи. За каждый процент фактического увлажнения или усушки:				
	а) при увлажнении, (уровень увлажнения продукции повышают на величину нормы усушки 0,3 %)	+ 1			-1
	б) при фактической усушке:				
	более нормы (0,3 %)	-1	-	-	+ 1
	менее нормы (0,3, %)	+ 1	-	-	-1
<i>При сортовых помолах пшеницы и ржи</i>					
Зольность	За каждую 0,01% зольности зерна более базиса (1,85 %):				
	мука	- 0,18	-	-	-
	отруби	+ 0,18	-	-	-

Примечание. Фактические, расчетные увлажнения и усушку (X, %) исчисляют по формуле:

$$X = \frac{(a - b) \cdot 100}{100 - b}, \quad (4.1)$$

где а – средневзвешенная влажность зерна до очистки (влажность зерна ниже 12 % приравнивают при расчете к 12 %);
в – средневзвешенная расчетная (фактическая) влажность продукции (муки, манной крупы, мучки кормовой, отрубей и др. продуктов).

Продолжение таблицы 11.1

Признаки качества	Условия расчета	Изменение базисного выхода: (+) увеличение, (-) уменьшение			
		мука, отруби	кормовой зерно- продукт	отходы с механи- ческими потерями	усушка
1	2	3	4	5	6
<i>При обойных помолах пшеницы и ржи</i>					
	За каждую 0,01 % зольности зерна более базиса (1,97 %)				
	мука	- 0.20			
	отруби	+ 0,20			
<i>При сортовых помолах пшеницы</i>					
	За каждый процент общей стекловидности мягкой пшеницы менее базиса (50 %)				
Стекло- видность	мука	- 0,05	-	-	-
	отруби	+ 0,05	-	-	-
	твердой пшеницы менее базиса (80 %)				
	крупка + полукрупка	- 0,1	-	-	-
	мука 2 сорта (хлебопекарная)	+0,1	-	-	-
<i>При сортовых помолах пшеницы и ржи</i>					
	За каждый грамм природы менее 775 г/л – для пшеницы и 700 г/л – для ржи				
Натура	мука	- 0,05	-	-	-
	отруби	+ 0,05	-	-	-
При этом скидку с выхода по зольности не производят.					

Продолжение таблицы 11.1

1	2	3	4	5	6
<i>При всех видах помола пшеницы и ржи</i>					
Сорная примесь	За каждый процент сорной примеси более базиса (1 %)	- 1	+ 1	-	-
Вредная примесь	За каждую 0,01 % вредной примеси	- 0,06	-	+ 0,06	-
При использовании скидок с норм выхода по вредной примеси ее количество в составе сорной примеси не учитывают.					
Зерна, пораженные головней	За каждые 5 % мараемых	- 0,3	+ 0,3	-	-
	За каждые 5 % синегузочных	- 0,1	+ 0,1	-	-
Зерновая примесь и мелкое зерно	За каждый процент общей зерновой примеси более базиса (1 %) и мелкого зерна			-	-
	при сортовых помолах	- 0,35	+ 0,35	-	-
	мука	- 0,18	-	-	-
	отруби	+ 0,18	-	-	-
	при обойных помолах	- 0,25	+ 0,25	-	-

Примечания:

1. При отклонении фактического качества зерна от расчетного производят пропорциональное изменение выхода сортов муки, мучки и отрубей, установленного для данного мукомольного завода.

2. При переработке в течение месяца отдельных партий пшеницы и ржи с натурой менее 775 и 700 г/л, соответственно, или зольностью более 1,85 % в сортовую муку, расчетный выход определяют, исходя из удельного веса такого зерна в общем объеме переработки в течение отчетного периода. Его массу устанавливают по данным о количестве и качестве перерабатываемого зерна в течение смены или по распоряжениям об отпуске зерна в переработку.

3. Показатели качества продуктов (муки, мучки и отрубей) при расчете фактического выхода принимают как средневзвешенные величины за отчетный период.

4. При отборе мелкой фракции зерна в зерноочистительном отделении мукомольного завода расчет выхода продукции по натуре не производят и содержание мелкого зерна не учитывают.

5. В зерноочистительном отделении мукомольного завода сортового помола разрешается отбирать кормовые зернопродукты I и II категорий при обеспечении расчетного выхода основной продукции. Фактическое количество полученного кормового зернопродукта указывают в отчетных документах.

Для расчета выходов за смену в основу принимаются данные анализов среднесменных образцов, а при расчете выходов за отчетный период – средневзвешенные показатели за период. Среднеарифметический подсчет качества зерна и продукции не допускается.

Соблюдение расчетных норм выхода муки является обязательным.

При многосортных помолах разрешено снижение выхода муки (против расчетного) более низкого сорта при соответствующем увеличении выхода муки более высокого сорта и сохранении требуемого качества всех сортов муки.

Увеличение общего выхода муки сверх расчетного допускается при сохранении требуемого качества муки всех сортов.

Мука из выбойного отделения поступает в склад готовой продукции по стандартной массе мешка. Работники ПТЛ в этих случаях проверяют правильность записей показателей счетчиков в весовых журналах, а также проводят выборочный перевес.

Для проверки и выявления фактического использования зерна, в конце месяца проводят полную зачистку производственного корпуса. Результаты зачистки записывают в акт по форме (ЗПП-117) с установлением фактической усушки или увлажнения продуктов в процессе переработки зерна и количества механических потерь.

Фактический выход продуктов переработки вычисляют в процентах по отношению к массе фактически переработанного зерна.

Порядок проведения работы. Студенты знакомятся с актом зачистки производственного корпуса по форме (ЗПП-117) и изучают методику расчета выхода готовой продукции при переработке зерна в муку.

По показателям качества студенты рассчитывают выход продукции из этого зерна при сортовом помоле, используя надбавки и скидки с базисных выходов продукции, указанные в таблице 11.1.

На основании проведенного расчета проводят анализ выполнения норм выхода продукции при переработке зерна данной партии. Результаты записывают в таблицу 11.2.

Таблица 11.2 – Расчет выходов продукции. Форма ЗПП №117

Признаки качества зерна	Фактическое качество зерна	Расчет влияния качества зерна на выход продукции	Мука, крупа				Итого продукции	Отруби дробленка	Кормовая мучка	Отходы кормовые	Негодные отходы и мехпотери	Усушка	Итого
		Базисный выход											
		Расчетный выход, %											
		Фактический выход, %											
		Отклонение от норм											

12 Лабораторная работа № 12. Составление схемы подготовки зерна к размолу и подбор технологического оборудования

Цель работы. Ознакомиться с методами построения схемы подготовки зерна к размолу и расчета технологического оборудования.

Общие положения. Подготовка зерна к размолу – одна из наиболее важных операций в процессе производства муки. От правильности ее построения, выбора и точности соблюдения режимов подготовки зерна в большой мере зависит качество и выход муки, производительность мельницы и удельный расход энергии на производство муки. Подготовка зерна к размолу в зерноочистительном отделении мельницы включает:

- составление помольных партий зерна;
- очистку зерновой массы от примесей и поверхности зерновок от минеральной пыли и бактериального загрязнения;
- гидротермическую обработку (кондиционирование) для улучшения технологических, мукомольных качеств зерна и хлебопекарных свойств муки;
- обеззараживание;
- окончательную очистку и увлажнение зерна перед размолотом.

Схему подготовки зерна к размолу строят в зависимости от заданных типа помола и качества зерна. При этом, чем более высокие требования предъявлены к ассортименту и качеству муки, тем более развитой проектируют схему подготовки зерна к помолу.

Последовательность операций по очистке зерна и подготовке его к помолу принимается в соответствии с указаниями «Правил» (таблица 5).

Методические указания.

12.1 Расчет потребности в бункерах для зерна

Потребная вместимость бункеров зависит от природы зерна и времени хранения, а число их - от расчетной вместимости, формы и размеров бункера.

Емкость бункеров в м³ рассчитывают по формуле

$$V = \frac{Q \cdot \tau}{24 \cdot \gamma \cdot K} \quad (12.1)$$

где Q – заданная производительность мельницы, т/сутки;
 τ – число часов работы мельницы, на которое рассчитывают запас зерна (для неочищенного зерна на 24-30 ч, для отволаживания – в соответствии с принятым методом гидротермической обработки и характеристикой зерна);
 γ – объемная масса зерна (для пшеницы 0,75 т/м³, для ржи 0,70 т/м³);
 K – коэффициент заполнения бункеров (использование строительного объема); обычно принимают $K=0,75-0,80$.

Таблица 12.1 - Объемная масса продуктов переработки

Продукты	Объемная масса, кг/м ³
Мука пшеничная хлебопекарная: Высшего и первого сортов Второго сорта Обойная	550-600 520-540 350-400
Мука макаронная: крупка и полукрупка	600
Мука ржаная хлебопекарная: Сеяная Обдирная и обойная	500-550 350-400
Отруби рассыпные: Пшеничные Ржаные Отруби гранулированные	220-320 300-370 590-600

При определении числа и размеров бункеров следует руководствоваться тем, что в стандартных зданиях из сборного железобетона для предприятий по переработке зерна высота этажей принята кратной 1,2 м : 3,6; 4,8; 6,0; 7,2 м.

В зависимости от требующей емкости бункеров и этажности здания бункера сооружают по высоте на один, два или три этажа. Выбрав общую высоту бункеров H , определяют площадь их поперечного сечения в м²

$$F = \frac{V}{H} ; \quad (12.2)$$

По конструктивным соображениям, в стандартных заданиях из сборного железобетона при сетке колонн 6х6 или 9х6 м размеры бункеров в плане

принимают: для неочищенного зерна $f=3 \times 3 \text{ м}^2$, для отволаживания $f=1,5 \times 1,5 \text{ м}^2$. Тогда число бункеров

$$n = \frac{F}{f} ; \quad (12.3)$$

Для расчета емкости бункеров для отволаживания, его продолжительность принимают из таблицы 8,9 «Правил» части 1.

Бункер над вальцовыми станками I драной системы чаще всего проектируют цилиндрическими из листовой стали с внутренним коническим днищем. Высоту h и диаметр d такого бункера определяют из равенства

$$V = \frac{Q \cdot \tau}{24 \cdot \gamma \cdot K} = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot h}{4} ; \quad (12.4)$$

Выбирая значение высоты и диаметра бункера, следует стремиться к тому, чтобы соблюдалось условие $h \geq 2d$.

12.2 Расчет и подбор технологического оборудования для зерноочистительного отделения мельзавода

Необходимое количество оборудования для зерноочистительного отделения рассчитывают исходя из данной производительности завода, схемы подготовки зерна и производительности машин.

При расчете оборудования производительность зерноочистительного отделения принимают на 10 – 20 % больше заданной производительности мельницы в зерне в сутки, что необходимо для бесперебойной работы размольного отделения. При коэффициенте запаса производительности $\eta=1,1-1,2$ расчетная суточная производительность зерноочистительного отделения в т/ч $Q_1, \text{ т/сут}$, будет равна:

$$Q_1 = Q \cdot \eta \quad \text{т/сут} \quad (12.5)$$

где Q – заданная производительность мельницы, т/сут;
 η – 20- процентный запас

Необходимое оборудование по числу и типоразмеру подбирают по часовой расчетной производительности зерноочистительного отделения,

пользуясь номенклатурными сведениями (альбомами нормалей машин и оборудования ЦНИИ промзернопроекта или паспортами машин и аппаратов, «Правила» часть 2, приложение 19,20).

Необходимое число машин для очистки зерна на каждой системе рассчитывают по формуле

$$n = \frac{Q_1}{24 \cdot q_M}; \quad (12.6)$$

где Q_1 – расчетная производительность з/о отделения мельзавода, т/сутки
 q_M – паспортная производительность оборудования, т/час

Фактическую загрузку оборудования (недогрузку или перегрузку) определяют:

$$P_\phi = \frac{Q_1}{q_M} \cdot 100, \quad (12.7)$$

где Q_1 - производительность зерноочистительного отделения, т/сут;
 q_M - паспортная производительность оборудования, т/сут.

Перегрузка оборудования допускается не более 25%.

По приведенным формулам производится расчет подогревателей зерна, воздушно-ситовых сепараторов, камнеотборников, концентраторов, триеров, обоечных и щеточных машин, магнитных сепараторов, увлажнительных и моечных машин, энтолейторов-обеззараживателей, пневмосепараторов, буратов.

12.3 Расчет весового оборудования. Производительность автоматических весов определяют по емкости ковша и числу взвешиваний в минуту. Весы подбирают по каталогу с учетом суточной производительности завода (цеха), а при установке автоматических порционных весов используют формулу для определения вместимости весового бункера:

$$E_B = \frac{Q_1 \cdot 100}{24 \cdot 60 \cdot n}; \quad (12.8)$$

где Q_1 - суточная производительность зерноочистительного отделения т/сут;

n - допустимое число взвешиваний в минуту (при емкости ковша до 50 кг пшеницы число взвешиваний до трех, а при емкости 100 кг - не более 2-х взвешиваний в минуту),

E_e - емкость ковша весов, кг.

Число автоматических весов определяют:

$$n_B = \frac{Q_1 \cdot 1000}{24 \cdot 60 \cdot V \cdot n}; \quad (12.9)$$

где Q_1 - производительность з/о отделения, т/сут;

C_n - количество продукта, поступающего на взвешивание, %;

V - вместимость ковша (100, 50, 20 кг);

n - допустимое число взвешиваний в минуту (при емкости ковша до 50 кг пшеницы число взвешиваний до трех, а при емкости 100 кг - не более 2-х взвешиваний в минуту).

12.4 Расчет количества воды, расходуемой на увлажнение зерна

Количество воды, необходимое для увлажнения зерна, определяют по формуле

$$M = 1000 \cdot Q_1 \left(\frac{100 - W_1}{100 - W_2} - 1 \right); \quad (12.10)$$

где M - количество воды, необходимое для увлажнения зерна, кг;

Q_1 - производительность зерноочистительного отделения, т/сут;

W_1 - первоначальная влажность зерна, %;

W_2 - конечная влажность зерна, %.

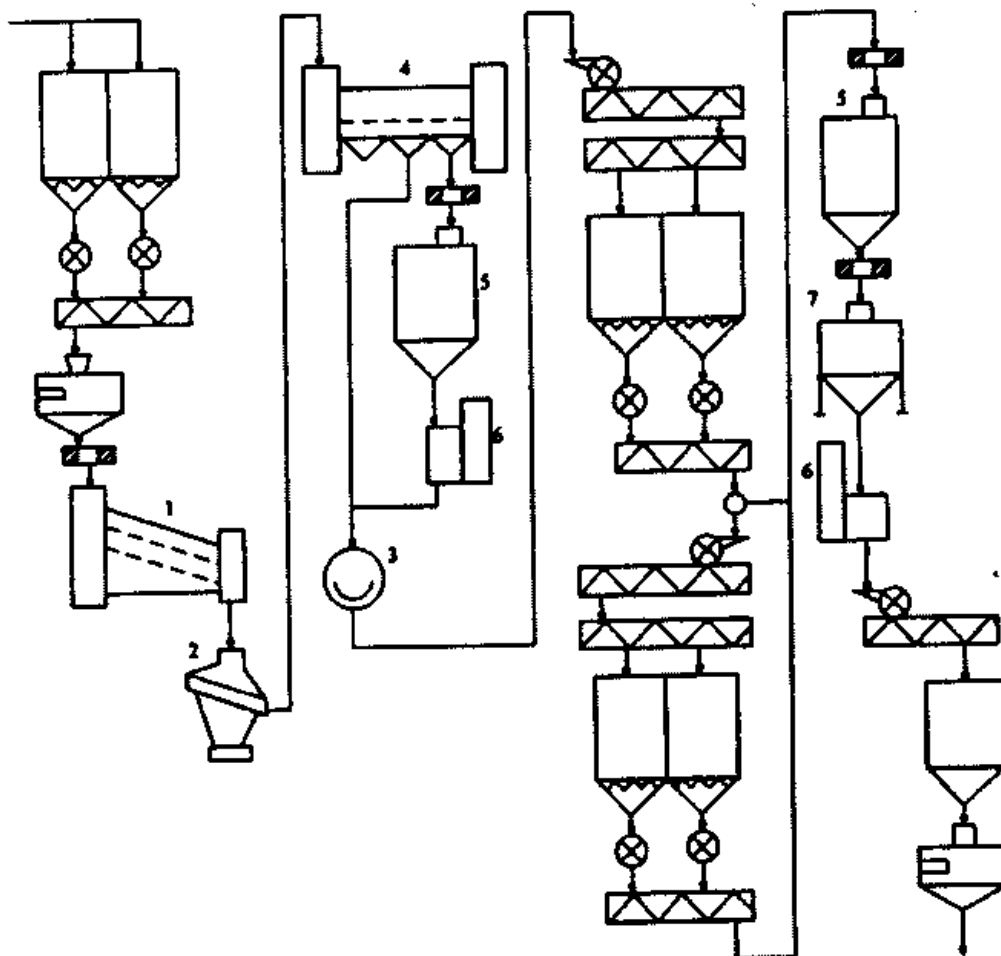
Показатели конечной влажности зерна принимают из таблицы 8,9 «Правил» части 1.

Содержание и порядок выполнения работы. Студент получает индивидуальное задание, в котором указывается:

- тип помола, выход и качество муки;
- тип и качество зерна, подлежащего переработке;
- суточная производительность мельницы.

На основании полученного задания, студент составляет рецептуру помольной партии зерна, схему подготовки зерна к помолу и вычерчивает ее, выбирает метод и режимы гидротермической обработки, подбирает и рассчитывает оборудование для разработанной схемы по заданной

производительности, кратко описывает составленную схему подготовки зерна к помолу.



1 – воздушно-ситовой сепаратор, 2 - камнеотборник, 3 – триер, 4 - концентратор, 5 – обоечная машина, 6 – аспиратор, 7 – энтолейтор-обеззараживатель.

Рисунок 12.1 – Технологическая схема подготовки зерна пшеницы к сортовому помолу

13 Лабораторная работа № 13. Оценка мукомольных свойств зерна на лабораторной мельничной установке МЛУ 202

Цель работы. Изучение конструкции лабораторной мельничной установки МЛУ-202, технических правил ее эксплуатации и методики оценки мукомольных свойств зерна пшеницы.

Основные положения.

Установку МЛУ-202 с пневматическим транспортированием продуктов размола в настоящее время используют в различных странах для оценки технологических свойств зерна пшеницы. Производственные лаборатории многих мукомольных заводов России также оснащены такими установками.



Рисунок 13.1 – Лабораторная мельничная установка МЛУ-202

В верхней части установки МЛУ-202 размещены вальцы, в нижней – просеивающее устройство (рассев). Технологическая схема размола зерна

приведена на рисунке 13.2 Драной и размольной процессы включают по три системы. Установка МЛУ-202 предназначена для получения 70 %-ного выхода муки из зерна среднего качества. Исходя из этого условия проводят ее настройку, изменяя величину рабочего зазора между вальцами.

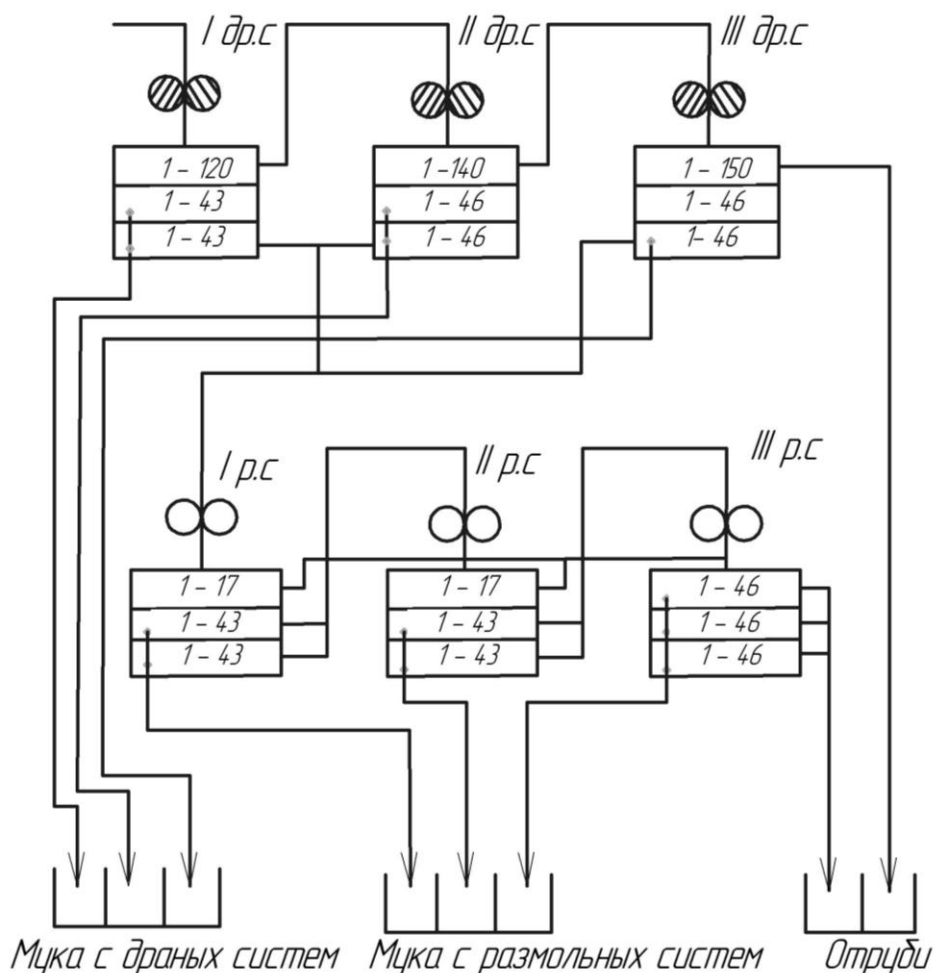


Рисунок 13.2 – Технологическая схема установки МЛУ-202

Величину рабочего зазора и параллельность вальцов устанавливают регулировочными винтами, расположенными на передней стенке вальцового станка. Стрелки-указатели регулировочных устройств при параллельном расположении осей вальцов должны быть установлены на одинаковую величину. Величины межвальцовых зазоров на I; II и III драных системах получаются различными, так как диаметр вальца II драной системы на 0,2 мм меньше, чем вальца I драной системы, а диаметр вальца III драной системы на 0,2 мм меньше, чем вальца II драной системы. На всех размольных системах

диаметры валцов одинаковы, поэтому при параллельном расположении осей парноработающих валцов величина рабочего зазора будет одна и та же.

Величину межвалцового зазора проверяют при помощи специального щупа. Рекомендуемые величины зазоров при помоле пшеницы составляют (мм) для систем: I драной - 0,50; II драной - 0,30; III драной - 0,10; 1-й размольной - 0,07; 2-й размольной - 0,50; 3-й размольной 0,03.

Валцы драных систем - нарезные, размольных - гладкие (шероховатые). Производительность установки МЛУ-202 зависит от типа и стекловидности перерабатываемой пшеницы и колеблется в следующих пределах (кг/ч): IV типа - 6 - 8; I - 5 - 6, III типа - 4 - 5. Оптимальной считают производительность 6 кг/ч. Зерно размалывается в автоматическом режиме. Передача продуктов с системы на систему осуществляется пневмотранспортной сетью, II и III драные системы загружают сходом с верхнего сита предыдущей системы, верхний сход III драной системы представляют собой отруби. Сход нижнего сита всех трех драных систем направляют на 1 размольную систему. В размольном процессе схода двух нижних сит передают с системы на систему, а с 3 размольной системы - в отруби.

На 1 и 2-й размольных системах установлено по три сита сход, верхнего направляют с обеих систем для дополнительного просеивания в рассев 3-й размольной системы. Проходом верхнего сита загружают два нижних мучных сита, работающих параллельно. Такое распределение продукта снижает нагрузку на нижние сита и способствует лучшему высеиванию муки. Схода нижних сит загружают 3-ю размольную систему. Два сита рассева 3-й размольной системы также имеют параллельную загрузку продуктом.

Муку с каждой системы (драных или размольных) и отруби собирают в отдельные контейнеры. Следовательно, получают восемь потоков продуктов размола: шесть - муки и два - отрубей.

Методические указания. Размалывают очищенное от примесей и прошедшее гидротермическую обработку зерно пшеницы. Содержание сорной примеси не должно быть больше 0,4 %. Режимы ГТО выбирают согласно рекомендациям Правил. В предназначенном для размола образце зерна определяют тип, стекловидность, натуру, содержание сорной и зерновой примесей.

Размол начинают с выбора зазора питателя, обеспечивающего оптимальную производительность установки. Для этого из образца, подлежащего размолу, берут 1 кг зерна, высыпают в приемный бункер. Снимают нижнюю часть пневмоприемника I драной системы и устанавливают под ним коробку для сбора продуктов измельчения. Клапан в воздуховоде после драных систем переводят в положение «закрыто». Затем регулировочным винтом на питателе устанавливают произвольную величину зазора и включают установку МЛУ-202. Одновременно с поступлением продукта в коробку, расположенную под пневмопитателем I драной системы, включают секундомер.

Производительность (кг/ч) рассчитывают по формуле

$$Q = \frac{3600 \cdot a}{t} . \quad (13.1)$$

где a – масса зерна, насыпанного в бункер;
 t – время опорожнения бункера.

Если производительность будет больше оптимальной (6 кг/ч), | величину зазора на вибропитателе уменьшают и повторяют опыт, при меньшей – увеличивают зазор. Отклонение установленной производительности не должно превышать ± 10 % оптимальной.

Для оценки мукомольных свойств берут образец зерна массой 2 – 3 кг, засыпают в бункер, включают установку МЛУ-202 и открывают питатель на величину, установленную ранее. С момента поступления зерна на I драную систему включают на рабочий режим (приваливают) вальцы драных систем, а с

поступлением продуктов на 1-ю размольную - включают станки размольных систем.

По окончании размола зерна все шесть потоков муки взвешивают отдельно, отбирают для анализа пробы. Затем всю муку объединяют, тщательно перемешивают и отбирают пробу общей муки. Анализируют муку как отдельных потоков, так и общую, определяя белизну, зольность, крупность, содержание и качество клейковины. По результатам анализов можно построить кумулятивные кривые, оценить сорт, сопоставив полученные значения с нормативными.

Конструкция установки МЛУ-202 не позволяет избежать потерь, поэтому выход муки по системам, общий и выход отрубей, полученных при размоле, рассчитывают, используя формулу

$$B = \frac{m_i}{\sum m_M + m_{OTP}} \cdot 100, \quad (13.2)$$

где B — выход муки или отрубей, %;

m_i — масса муки по системам, общая или отрубей, г;

m_M — масса муки со всех систем, г;

m_o — масса отрубей с драных и размольных систем, г.

Можно расчетным путем определить количество крупок и дунстов, получаемых в драном процессе. Оно примерно равно сумме масс муки и отрубей с размольных систем или разности между массой зерна, поступившего на I драную систему, и массой муки и отрубей с драных систем.

Если мука, полученная при размоле, предназначена для анализа ее свойств на приборах - альвеографе, фаринографе, экстенсографе и других, то необходимо взять для размола образец зерна массой 5 кг и обеспечить выход муки 70 %. Как правило, этот выход получают за один пропуск зерна. Если получено меньше 70 % (при расчете по приведенной выше формуле), то досеивают сходы с размольных систем в рассеивающем анализаторе на сите № 38 (шелковом) в течение

10 мин. Если досоивание не обеспечило выхода муки 70 %, то повторно размалывают сходовые продукты с драных и размольных систем, засыпая их в приемный бункер. После домола муку с отдельных систем взвешивают и определяют ее зольность или белизну [11].

Формирование муки 70 %-ного выхода проводят после оценки ее качества. В общую муку добавляют недостающее до 70 % количество муки с более низкой зольностью. Все оставшиеся потоки муки направляют в отруби. Если выход муки за один пропуск превышает 70 %, то удаляют часть муки с 3-й размольной системы.

Порядок выполнения работы.

Прежде чем приступить к работе, студенты знакомятся с технологической схемой помола и конструкцией мельничной установки МЛУ-202, правилами ее регулирования и эксплуатации. Работу выполняют в соответствии с изложенными выше методическими указаниями группы студентов по 2 – 3 человека.

Таблица 13.1 – Определение выхода муки на установке МЛУ-202

Показатели	кг	%
Масса образца зерна, Выход продуктов с драной системы: I II III		
Итого:		
Выход продуктов с размольной системы: 1-й 2-й 3-й Пересевы сходов размольной системы: Выход отрубей с систем: драных размольных		
Итого:		
Всего отрубей и муки:		
Выход муки:		

Показатели качества муки:

белизна, усл. ед. прибора

содержание сырой клейковины, %

качество клейковины (ед. ИДК)

зольность, %:

муки

отрубей

крупность (сход сита № 43, проход сита № 38)

Образцы зерна, предназначенного для размола, должны иметь разную качественную характеристику. К этой лабораторной работе оформляют протокол по форме (таблица 13.1):

По окончании работы проводят совместное обсуждение результатов размола зерна. Делают вывод о мукомольных свойствах того или иного образца зерна, оценивают принадлежность муки к определенному сорту. Построив кумулятивные кривые, проводят анализ возможного формирования сортов из отдельных потоков.

14 Лабораторная работа № 14. Определение технологической эффективности ситовеечной машины

Цель работы. Освоение методики оперативного контроля работы ситовеечной машины.

Основные положения.

В ситовеечной машине осуществляется процесс сортирования крупок по добротности, разделения крупок на фракции с различным содержанием эндосперма. В результате зольность крупок, извлеченных проходом через сито, существенно снижается, а зольность сходового продукта значительно возрастает по сравнению с зольностью поступающих в ситовеечную машину крупок. На этой основе базируется оценка эффективности ситовеечного процесса [11].

Методические указания.

Для оценки эффективности работы ситовеечной машины можно использовать три метода. Наиболее простой заключается в сравнении зольности сходового продукта с зольностью исходной крупки: $Z_{СХ} / Z_{ИСХ}$. Принято считать работу ситовеечной машины достаточно эффективной при зольности от 1,5 % до 3,0 %.

Для трехъярусных ситовеечных машин это требование относится только к верхнему сходу, дополнительно устанавливают, что его зольность должна быть в 1,5 – 2,0 раза выше зольности нижнего схода. При достаточно эффективной обработке крупок в ситовеечной машине зольность должна быть ниже зольности исходной крупки (%): крупной - на 40 – 50, средней - на 30 – 40, мелкой - на 20 – 25; дунстов - на 10 – 15.

Второй метод оценки эффективности ситовеечной машины основан на одновременном учете извлечения обогащенных крупок и повышения их качества. Количественную оценку выводят из отношения массы извлеченных крупок к массе поступающих крупок в ситовеечную машину m/M .

Качественный критерий оценки представляет собой отношение зольности исходной крупки к зольности извлеченной $Z_{ИСХ} / Z_{ИЗВ}$. Их перемножение дает обобщенный показатель эффективности процесса, т. е.

$$E = \frac{m}{M} \frac{Z_{ИЗВ}}{Z_{ИСХ}} \cdot 100, \quad (14.1)$$

Эффективной работа ситовеечной машины может быть признана в том случае, если показатель эффективности процесса выше 100 %.

Третий метод - модификация второго метода. В данном случае вместо отношения $Z_{ИСХ} / Z_{ИЗВ}$ используют относительную величину снижения зольности обогащенных крупок. Формула обобщенного критерия E имеет вид:

$$E = \frac{m}{M} \frac{Z_{ИСХ} - Z_{ИЗВ}}{Z_{ИСХ}} \cdot 100, \quad (14.2)$$

где $Z_{ИСХ}$ – зольность исходного продукта, %;

$Z_{ИЗВ}$ – зольность извлеченного (обогащенного) продукта, %;

M – масса поступающего продукта, %;

m – масса извлеченного (обогащенного) продукта, %;

Ситовеечная машина работает эффективно, если значение E составляет от 0,10 до 0,30.

Порядок выполнения работы.

Анализируют эффективность работы ситовеечной машины в производственных условиях (зольность продуктов определяют в производственной лаборатории или на кафедре).

Для нахождения количественной составляющей показателя эффективности снимают количественный баланс ситовеечной системы, т. е. определяют массу крупки, поступающей в единицу времени на обогащение, массу извлекаемой крупки и массу сходовых продуктов. От каждого из этих

продуктов отбирают пробы для определения зольности. После выполнения этого анализа проводят расчет показателей эффективности процесса и делают заключение о работе ситовечной машины.

15 Лабораторная работа № 15. Изучение методики составления количественного баланса сортового помола пшеницы

Цель работы. Овладение методикой составления количественного баланса помола исходя из существующих рекомендаций по режимам ведения технологического процесса.

Общие положения. Баланс помола представляет запись распределения продуктов по системам технологического процесса, а также извлечения готовой продукции с этих систем. Различают количественный и количественно-качественный балансы помола. В последнем случае указывают не только количественную характеристику продуктов, но и их зольность. Баланс помола оформляют в виде специальной таблицы-шахматки, принцип составления которой дан в таблице 15.1. Иногда эту таблицу дополняют еще одной колонкой, в которой приводят извлечения продуктов на каждой системе [5].

Методические указания. Составляют теоретический количественный баланс помола на основании изложенных в «Правилах» рекомендаций по режимам первых драных систем, а также по извлечению крупок, дунстов и муки.

Количественное распределение продуктов на радиально-бичевых, щеточных и ситовеечных машинах, а также их качественные показатели зависят от многих факторов: характеристики исходного продукта, режима работы машины, удельных нагрузок и т. п. При выполнении данной лабораторной работы можно принять следующие рекомендации для ситовеечных машин при обогащении крупок:

Крупка	Сход, %	Проход,
Крупная	25 – 30	70 – 75
Средняя	20 – 25	75 – 80
Мелкая	15	85

Для радиально-бичевых машин извлечение принимают 20 % – 40 %, щеточных машин на вымоле – 15 % – 20 %.

Каждый студент выполняет работу самостоятельно, что обеспечивают выдачей индивидуальных заданий (варианты технологических схем, типов помолов, варианты выходов готовой продукции и т. п.).

Примечание. Работу можно выполнять в качестве домашнего задания с условием предварительного объяснения преподавателем.

Порядок выполнения работы.

Рассчитывают выходы готовой продукции. При составлении баланса помола количество зерна, выступающего на I драную систему, принимают за 100 %. При переработке зерна базисных кондиций в подготовительном отделении должно быть выделено 2,9 % отходов, поэтому считают, что на I драную систему поступает 97,1 % зерна. Например, при 75 %-ном трехсортном помоле пшеницы выход продуктов в балансовой таблице должен быть следующим (при базисном качестве зерна):

муки, манной крупы	$\frac{75,0}{97,1} \cdot 100 = 77,24 \%$;
отрубей	$\frac{19,1}{97,1} \cdot 100 = 19,67 \%$;
мучки кормовой	$\frac{3,0}{97,1} \cdot 100 = 3,09 \%$;
итого	100 %.

Эти значения выходов должны быть помещены в последних колонках баланса помола (в колонке таблицы «Готовая продукция»).

Однако в контрольный рассев должно поступить большее количество муки, поскольку некоторая часть ее (1 % – 2 %) пойдет с этого отсева сходом на одну из размольных систем. Если принять (для простоты расчета), что сход с контрольного отсева 1,4 %, то суммарное извлечение муки со всех систем в рассматриваемом примере должно составить $77,24 + 1,4 = 78,64 \%$.

При многосортных помолах сход с контрольных рассевов нужно учитывать по каждому сорту муки.

Определив итоговые данные, приступают к составлению баланса драного процесса. Исходя из рекомендаций «Правил» принимаем извлечение на системе 25%: на сортировочную систему поступает 10,0 %, на ситовечную № 1 – 8,0 и № 2 – 5,0 %, контроль муки 2 сорта – 2 %, так что на II драную систему направляется 75 % продуктов. Обычно деление драных систем на крупные и мелкие предусматривают в технологической схеме, что учитывают и при разработке баланса помола.

Нагрузки на каждую систему проставляют только на основании итоговых данных (см. таблицу 11.1, нижнюю строку «Всего»). В приведенном примере на III драную систему крупную поступает 34 % с II драной системы, на III драную мелкую 14,0 %, из них 7,5 % со II драной системы, 2,0 % с ситовечной системы № 1, 0,5 % с ситовечной системы № 2, и по 2,0% с ситовечных систем 3 и 4. Следовательно, суммарная нагрузка на III драную систему составляет 48,0 %.

И так далее, в соответствии со схемой технологического процесса. В конечном итоге сумма всех получаемых продуктов должна равняться количеству поступающего на I драную систему зерна, т.е. 100 %.

При составлении баланса помола необходимо строго контролировать правильность арифметических действий (сумма всех продуктов в горизонтальной строке должна равняться нагрузке на данную систему и т. п.).

Таблица 15.1 – Количественный баланс размольного отделения мукомольного завода

Система	Нагрузка на систему в % к I др.с	Драной процесс			Процесс обогащения			Шлифовочный процесс		Размольный процесс		Контроль муки			Готовая продукция					
		II	III	Сорт.1	СВ №1	СВ №2	СВ №3	1	2	1	2	в/с	1 с.	2 с.	Манная крупа	мука			Отруби	
																в/с	1с	2с		
I др. II др. и т. д. Сорт. №1 и т. д. РБМ№1 и т. д. Пересев проходов																				
ИТОГО:																				
Ситовечная №1 и т. д.																				
ИТОГО																				
1-я шл. и т. д.																				
ИТОГО:																				
1-я р. и т. д. 1-я сх. с. и т. д.																				
ИТОГО:																				
Контр. муки высшего с. первого с. второго с.																				
ИТОГО:																				
ВСЕГО:																				

16 Лабораторная работа № 16. Изучение технологического процесса простого помола пшеницы

Цель работы. Приобретение навыков ведения технологического процесса простого помола и составление количественного баланса.

Общие положения. Основная задача при проведении простых помолов состоит в интенсивном измельчении зерна в муку. Незначительный отбор оболочек в виде отрубей обусловлен главным образом нецелесообразностью затрат электроэнергии на их измельчение. Выход обойной муки из пшеницы установлен 96 %, из ржи – 95 % по отношению к количеству зерна, поступившего в подготовительное отделение мукомольного завода. Выход отрубей в первом случае составляет 1 %, во втором – 2 %.

Обойная мука должна отвечать следующим показателям качества: зольность - не менее чем на 0,07 % ниже зольности зерна до очистки, но не более 2 %; крупность частиц муки характеризуется сходом металлочанного сита № 067 не более 2 % и проходом сита № 38 не менее 35 %, количество клейковины - не менее 20 %; цвет - белый с желтоватым или сероватым оттенком с заметными частицами оболочек зерна [2].

В подготовительном отделении из зерновой массы выделяют примеси, интенсивно обрабатывают поверхность зерна и проводят холодное кондиционирование. Режимы ГТО следующие: для пшеницы при влажности менее 14 % зерно перед размолотом увлажняют на 0,5 % – 1,0 % и олаживают 2 – 3 часа; для ржи при влажности менее 13,5 % зерно увлажняют на 0,5 % – 1,0 % и отволаживают 1 – 2 часа.

Построение технологического процесса размолот зерна весьма простое (рисунок 16.1). Он состоит из четырех или трех драных систем. Техническая характеристика систем подобрана так, чтобы было обеспечено быстрое

измельчение продуктов в муку. Вальцовые станки с нарезными вальцами; число рифлей на 1 см длины окружности вальцов выбирают равным 4,5 – 5,0

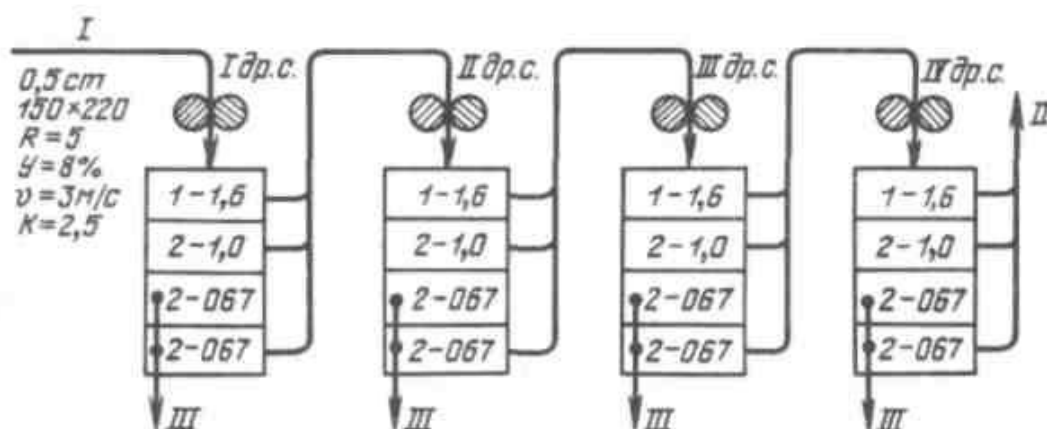


Рисунок 16.1 – Технологическая схема простого помола

I – зерно; *II* – отруби; *III* – мука

на первой и 6 – 7 на последней драных системах. Уклон рифлей изменяется в пределах 12 – 14 %. Вальцы устанавливают на всех системах с расположением рифлей «острие по острию» и отношением окружных скоростей вальцов 2,5 – 3,0. Скорость быстрошарящегося вальца принимают 6 – 8 м/с.

Рассевы собраны по схеме, обеспечивающей наиболее полное выделение муки. При этом муку формируют из крупных частиц проходом металлканного сита № 067.

Поскольку размол зерна в муку проводят по сокращенной схеме, то режим работы систем рекомендуется настроить на большое извлечение муки. «Правила» рекомендуют ориентировочные величины общего извлечения на *I*; *II* и *III* драных системах (таблица 16.2).

Таблица 16.2 – Ориентировочные показатели режимов измельчения при обойном помоле

Показатель	Дранные системы		
	I	II	III
Номер контрольного сита	067	067	067
Извлечение от массы продукта, направляемого на систему, %	50 – 60	60 – 70	70 – 80

Методические указания. Лабораторный простой размол проводят в установке «Нагема», используя одну половину вальцового станка. Плотность нарезки рифлей - пять на 1 см, уклон - 8 % и отношение окружных скоростей вальцов - 2,5. Просеивают продукты измельчения в 1 /2 части отсева. Согласно схеме лабораторного помола, тремя сходами - первым, вторым и нижним - загружают последующие системы. Муку отбирают проходом через два нижних сита № 067. Схода с последней системы передают в отруби. Они должны составлять не более 3,0 % от массы зерна, поступившего на I драную систему. Обойную муку формируют, смешивая потоки муки со всех систем.

Для выполнения работы выделяют группу из 4 – 6 студентов. Примерный состав группы: бригадир, вальцевой, рассевной, весовщик, регистратор. В обязанности вальцевого входит загрузка приемного бункера продуктом, включение (привал вальцов) станка по команда бригадира и его выключение (отвал вальцов) по израсходованию продукта в приемном бункере, т. е. после размол зерна.

Отваливать подвижный валец станка следует немедленно после прохождения всего продукта через мелющий зазор. В противном случае произойдет срабатывание рифлей вальцов. Рассевной наблюдает за работой отсева, а по окончании сортирования измельченного продукта передает муку и сходовые фракции весовщику для определения их массы.

Весовщик взвешивает продукты, причем сходовую фракцию с каждой из первых трех систем он передает вальцевому для их дальнейшего измельчения, а с

четвертой системы направляет в отруби. Весовщик объединяет муку со всех систем, предварительно отобрав с каждой системы небольшие образцы на разборную доску для органолептической оценки. Регистратор записывает результаты количественного баланса помола (таблица 12.2). Бригадир наблюдает за правильностью выполнения операций, включает и выключает установку Нагема.

Таблица 16.3 – Оформление результатов количественного баланса лабораторного простого помола пшеницы

Драная система	Зазор, мкм	Поступило на систему		Получено												Извлечение к данной системе		
				Верхний сход		Второй сход		Нижний сход		Мука								
										к I др.с.		к данной системе		Отруби				
г	%	г	%	г	%	г	%	г	%	г	%	г	%	г	%	г	%	
I																		
II																		
III																		
IV																		
Итого:																		

Порядок выполнения работы. В приемный бункер вальцового станка засыпают 3 – 5 кг зерна, прошедшего очистку и холодное кондиционирование. Включают установку, и после проверки ее на холостом ходу осуществляют привал вальцов. Величину рабочего зазора на каждой системе устанавливают по указанию преподавателя.

Полученные после каждой системы сходовые продукты взвешивают и записывают массу в рабочую таблицу. Массу муки определяют как разность между массой продукта, поступившего на систему, и массой всех трех сходов. Обеспечив количественный баланс, пересчитывают массу (%) всех продуктов к I драной системе.

Для определения величины извлечения массу муки, полученную на системе, выражают в процентах к массе продукта, поступившего на систему. Эти величины сравнивают, после чего делают вывод о правильности установленных рабочих зазоров.

Нагрузку на каждую систему определяют суммой масс верхнего, второго и третьего сходов предыдущей системы. После взвешивания продуктов от каждого из них отбирают небольшой образец (5 – 10 г) на разборную доску для органолептического анализа качества продуктов по системам технологического процесса размола зерна. Полученную со всех систем муку смешивают, затем проводят анализ ее качества по крупности (в лабораторном рассеивающем анализаторе) и содержанию сырой клейковины. Если есть время, проводят также анализ зольности муки и отрубей, по результатам которого студенты составляют количественно-качественный баланс помола.

17 Лабораторная работа № 17. Изучение односортового помола ржи в обдирную муку

Цель работы. Приобретение практических навыков ведения технологического процесса сложного повторительного помола без обогащения крупок.

Общие положения.

К сложным повторительным помолам без обогащения крупок относят помолы, в технологической схеме которых предусмотрено направление отобранных в драном процессе промежуточных продуктов непосредственно на размольные системы, без промежуточной обработки их в ситовечных и шлифовочных машинах [12].

Эта особенность построения технологической схемы характерна для сортовых помолов ржи. Отсутствие в них процесса обогащения обусловлено особенностями анатомического строения и структурно-механических свойств зерна ржи, в связи с которыми эффективность процесса обогащения очень низка и усложнение схемы помола становится неоправданным.

Для лабораторной работы рекомендуется проводить односортовый помол ржи в обдирную муку. Общий выход муки - 87 %, отрубей – 9 %, отходов в подготовительном отделении - 3,7 % и усушка - 0,3 %. Качество обдирной муки должно соответствовать следующим нормам: зольность - не более 1,45 %; крупность - сход с сита № 045 - не более 2 %, проход сита № 38 - не менее 60 %; цвет - серовато-белый.

Методические указания. Технологическая схема лабораторного помола ржи в обдирную муку с использованием установки «Нагема» (рисунок 13.1) включает 5 – 6 драных систем и две размольные. Технологическая характеристика рабочих органов вальцового станка и номера сит в расसेве указаны на схеме. Приемные сита на всех системах металлотканые проволочные, а для

высева муки используют шелковые, капроновые или полиамидные сита с размером отверстий 300 – 400 мкм.

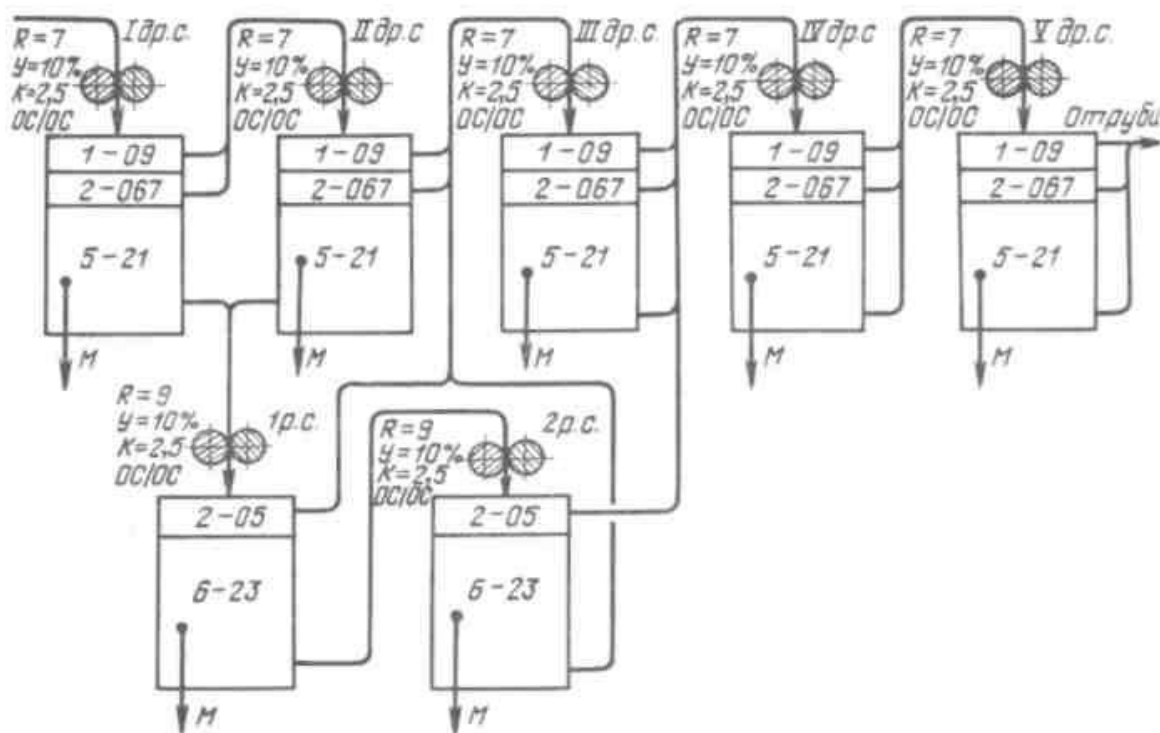


Рисунок 17.1 – Технологическая схема односортового помола ржи в обдирную муку

Муку обдирную формируют из потоков муки со всех систем. Отруби получают только в дражном процессе. Правила рекомендуют следующие режимы измельчения для этого вида помола:

I дражная система - проход сита № 08 – 45 % – 55 % массы продукта, поступающего на данную систему;

II дражная система - проход сита № 08 – 55 % – 65 % массы продукта, поступающего на данную систему.

Ориентировочные показатели извлечения муки по системам приведены в «Правилах».

Порядок выполнения работы. Для размол используют образец зерна ржи массой 10 кг, прошедшего очистку и ГТО. Влажность зерна ржи, поступающего на размол в сортовую муку, должна быть 13,5 % – 15,0 %. В

зерновой массе должно быть (не более, %): сорной примеси - 0,4, зерновой - 4, в том числе проросших зерен - не более 3. ГТО ржи проводят по схеме холодного кондиционирования. Режимы ГТО указаны в «Правилах».

Работу начинают с подбора величины зазоров на I и II драных системах, обеспечивающих рекомендуемые извлечения. Для решения этой задачи из образца берут 1 кг зерна, устанавливают величину зазора и проводят измельчение. Из-под валцов по всей ширине линии измельчения совком отбирают 3 – 5 проб. Их перемешивают и выделяют навеску массой 100 г, которую просеивают в рассеивающем анализаторе в течение 5 мин на сите № 08. Продукт, прошедший через сито, взвешивают на технических весах с точностью до 0,1 г. Масса прохода дает извлечение в процентах к данной системе. Все продукты, отобранные для определения извлечения, возвращают в рассев. Верхний сход сохраняют для дальнейшей работы.

Размол образца зерна массой 1 кг проводят до выявления оптимальной величины зазора на I драной системе. Затем устанавливают оптимальный зазор для II драной системы, используя для этого верхний сход I драной системы. Обычно на эту часть работы уходит 3 – 5 образцов зерна по 1 кг. Результаты записывают в таблицу 17.1.

Таблица 17.1 – Оформление результатов размола зерна

Драная система	Номер образца	Величина зазора, МКМ	Номер сита	Количество проходной фракции, г		Извлечение продуктов, %
				до измельчения	после измельчения	
I	1 и т. д.		08			
II	1 и т. д.		08			

При определении извлечения продуктов на II драной системе для просеивания на сите № 08 выделяют навеску из поступающего на систему продукта и из-под измельчающих валцов II драной системы. Извлечение *И* (%) рассчитывают по формуле

$$I = \frac{П - Н}{100 - Н} \cdot 100\% , \quad (17.1)$$

где H — масса проходовой фракции сита № 08 в продукте, поступающем на систему измельчения (недосев);

$П$ — масса проходовой фракции сита № 08 в продукте после вальцов, г.

По результатам этой части работы делают вывод об оптимальной величине рабочего зазора и приступают к размолу зерна. Для этого берут навеску массой 5 кг. Все фракции продуктов размола после рассевов взвешивают, результаты заносят в таблицу-шахматку (таблица 13.2), составляя количественный баланс помола. Выход всех продуктов на системах процесса рассчитывают в процентах к зерну, поступившему на I драную систему. Муку с каждой системы отбирают для органолептического анализа.

По результатам размола зерна оценивают извлечение муки отдельных систем в драном и размольном процессах и в целом по помолу, сопоставляя полученные значения с рекомендациями «Правил».

Таблица 17.2 – Оформление количественного баланса лабораторного 87 %-ного помола ржи (г/%)

Системы	Поступило на систему, %	Система						Извлечение муки к системе, %		Выход отрубей к I др. с, %	
		драная					размольная		данной		I драной
		I	II	III	IV	V	1-я	2-я			
I др.											
II др.											
III др.											
IV др.											
V др.											
Итого:											
1-я р.											
2-я р.											
Итого:											
Всего:											

18 Лабораторная работа № 18. Определение расхода электроэнергии на измельчение зерна

Цель работы. Получение практического подтверждения различий прочностных свойств разнокачественного зерна.

Общие положения. Удельный расход электроэнергии - один из основных показателей, оценивающих технологические свойства зерна. Величина удельного расхода электроэнергии определяется структурно-механическими свойствами зерна: она зависит от организации процесса измельчения, конструктивных особенностей измельчающих машин и других факторов [9].

На мукомольных заводах энергоемкость оценивают затратами электроэнергии на выработку 1 т муки, включая энергозатраты на всех этапах производства - от приемки зерна до отпуска готовой продукции. В связи с различиями структурно-механических свойств зерна, режимов измельчения затраты электроэнергии на измельчение даже для одного и того же предприятия могут сильно колебаться.

Уменьшению разброса этих значений и снижению показателя расхода электроэнергии на измельчение способствуют правильно выбранные режимы ГТО зерна, сокращение протяженности технологического цикла, рациональный подбор геометрических и кинематических параметров измельчающих машин.

Методические указания. Работу можно выполнять в разных вариантах. Можно определить расход электроэнергии на измельчение разнокачественных партий зерна пшеницы или ржи (разных типов, разной стекловидности в пределах одного типа). При этом для одной партии зерна следует подготовить из нее несколько образцов, для которых использованы разные схемы ГТО (холодное и скоростное кондиционирование), разные режимы ГТО (влажность на I драной системе, кратность увлажнения и отволаживания, продолжительность отволаживания).

При данном варианте предлагается проанализировать влияние холодного кондиционирования при оптимальных режимах на расход электроэнергии в драном процессе сортового помола пшеницы. Оптимальные режимы ГТО выбирают исходя из типа, стекловидности и исходной влажности пшеницы по Правилам. В качестве контрольного образца принимают зерно исходной партии.

Дробление зерна и промежуточных продуктов проводят в установке «Нагема» по схеме драного процесса сортового помола пшеницы (рисунок 18.1). Оптимальные зазоры между вальцами данной партии зерна определяют заранее или принимают по рекомендации преподавателя. Расход электроэнергии регистрируют при помощи, двух ваттметров (рисунок 17.2), включенных в сеть электродвигателя или набора измерительных приборов. Учитывают также продолжительность процесса измельчения (пропуск через вальцы), и проводят замеры потребления электроэнергии мельничной установкой на холостом ходу.

Мощность ваттметров подсчитывают по формуле

$$P = kc(W_1 + W_2); \quad (18.1)$$

где k — коэффициент трансформации;

c — постоянная прибора, зависящая от напряжения сети электрического тока (при $V = 127 \text{ В}$ $c = 1$; при $V = 220 \text{ В}$ $c = 2$; при $V = 380 \text{ В}$ $c = 4$); W_1 и W_2 — показания ваттметров, Вт.

Мощность показания одного ваттметра может быть отрицательной, т. е. стрелка прибора будет отклоняться не вправо, а влево от нуля. В таких случаях следует поменять провода обмоток напряжения ваттметра, после чего его стрелка отклонится вправо. Полученные при этом показания считают отрицательными, и при подсчете мощности по формуле (18.1) следует показания данного ваттметра вычесть из показаний второго ваттметра.

Расход электроэнергии на измельчение (Вт•ч) определяют как произведение средней величины мощности, полученной при испытании, за вычетом мощности холостого хода на продолжительность измельчения, т. е.

$$N = \frac{(P - X) \tau}{3600}; \quad (18.2)$$

где P — мощность при измельчении, Вт;

X — мощность холостого хода мельничной установки, Вт;

τ — время измельчения зерна, с.

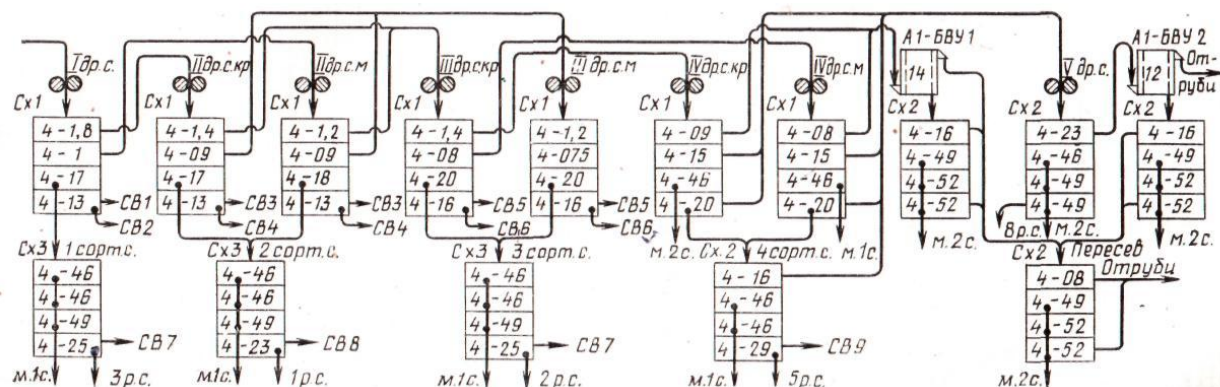


Рисунок 18.1 – Схема драного процесса многосортного помола

Порядок выполнения работы. Для выполнения работы берут партию зерна известного качества или определяют его тип, влажность, стекловидность. Выделяют два образца массой 2 кг каждый; один готовят по режимам ГТО, рекомендованным «Правилами»; второй оставляют без подготовки. Размалывают эти образцы в установке «Нагема» при одних и тех же зазорах валцов, подключив приборы для измерения расхода электроэнергии. Снимают показания по методике, описанной выше. Результаты записывают в таблицу 18.1.

Проводят расчет расхода электроэнергии на каждой системе по формуле (18.2) и для всего драного процесса. Определяют расход электроэнергии на измельчение 1 кг зерна в драном процессе и на извлечение 1 кг крупки и дунстов (таблица 18.2).

Таблица 18.2 – Оформление результатов по расходу электроэнергии на измельчение

Способ обработки зерна	Расход энергии, Вт							
	измельчение по драным системам					суммарный	на 1 кг зерна	на 1 кг извлеченных продуктов
	I	II	III	IV	V			
Без обработки								
С применением ГТО								

На основании результатов необходимо сделать вывод о влиянии ГТО на расход электроэнергии при измельчении зерна и продуктов размола.

Основные правила техники безопасности при выполнении лабораторных работ

1. Перед началом работы необходимо убедиться в исправности оборудования и ограждений. Включать неисправное оборудование или работать при неисправном ограждении категорически запрещается.

2. Нельзя надевать и снимать ремни, открывать крышки, люки, вводить какие - либо предметы в зону движущихся частей, очищать рабочие органы.

3. Необходимо убедиться в исправности электропроводки, двигателей, заземления.

4. При обнаружении любых неисправностей необходимо поставить в известность преподавателя.

5. Перед началом выполнения работ необходимо ознакомиться с основными правилами техники безопасности и расписаться.

Список использованных источников

- 1 Айзикович, Л.Е. Технология производства муки /Л.Е.Айзикович, Б.Н.Хорцев. – Москва: Колос, 1968. – 391с.
- 2 Бутковский, В.А. Технология перерабатывающих производств /В.А. Бутковский, Е.М.Мельников, А.И.Мерко, - Москва: Интерграф сервис, 1999.- 472с.
- 3 Егоров, Г.А. Управление технологическими свойствами зерна /Г.А.Егоров. – Воронеж: ВГУ, 2000. - 348 с.
- 4 Егоров, Г.А. Технология муки и крупы: Учебник для вузов /Г.А.Егоров. – Москва: МГУПП, 2005. – 336 с.
- 5 Егоров, Г.А. Практикум по технологии муки, крупы и комбикормов /Г.А.Егоров [и др.]. - Москва: ВО «Агропромиздат», 1991. – 270 с.
- 6 Егоров,Г.А. Технология муки. Практический курс /Г.А.Егоров. – Москва: ДеЛи принт,2007. – 143с.
- 7 Козьмин, П.А.Мукомольное производство /П.А.Козьмин. – Москва: Госторгиздат, 1938. – 200с.
- 8 Кулак, В.Г. Мукомольные заводы на комплектном оборудовании/ В.Г.Кулак, Б.М.Максимчук. – Москва: Колос, 1984.- 289 с.
- 9 Птушкина,Г.Е. Высокопроизводительное оборудование мукомольных заводов / Г.Е.Птушкина, Л.И.Товбин. – Москва: ВО «Агропромиздат»,1987.- 328 с.
- 10 Правила организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах: в 2ч. – Москва: ВНПО «Зернопродукт», 1991.-73 с.
- 11 Тарасенко, С.С. Современная технология мукомольного производства: учебное пособие. Часть I /С.С. Тарасенко, Н.П. Владимиров, – Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2017. – 173с.
- 12 Чеботарев, О.Н. Технология муки, крупы и комбикормов: Учебное пособие для вузов / О.Н.Чеботарев, А.Ю. Шаззо, Я.Ф. Мартыненко - Ростов на Дону: ИКЦ «МарТ», 2011. – 612с.