

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Н. П. Владимиров, С. С. Тарасенко

ПРОЦЕССНЫЙ ПОДХОД В ОБЕСПЕЧЕНИИ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ МУКОМОЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА



Часть II 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 19.04.02 Продукты питания из растительного сырья

Оренбург
2017

УДК 664.7(075.8)
ББК 36.822я73
В57

Рецензент – кандидат технических наук, доцент В. П. Попов

Владимиров, Н.П.

В57 Процессный подход в обеспечении качества продукции мукомольного производства: Часть II Лабораторный практикум / Н. П. Владимиров, С. С. Тарасенко; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2017.
ISBN 978-5-7410-1974-0

В лабораторном практикуме приведены лабораторные и практические занятия по обеспечению качества продукции мукомольного производства.

Материал лабораторного практикума изложен в соответствии с рабочей программой дисциплины «Процессный подход в обеспечении качества продукции мукомольного производства» и предназначен для магистров высших учебных заведений по направлению подготовки 19.04.02 Продукты питания из растительного сырья.

УДК 664.7(075.8)
ББК 36.822я73

ISBN 978-5-7410-1974-0

© Владимиров Н.П.,
Тарасенко С.С., 2017
© ОГУ, 2017

Содержание

1 Лабораторная работа № 1. Расчет состава помольных партий	5
2 Лабораторная работа № 2. Геометрические и физические характеристики зерна и его примесей.....	15
3 Лабораторная работа № 3. Определение технологической эффективности работы сепаратора	21
4 Лабораторная работа № 4. Контроль процесса очистки зерна от примесей на сепараторах	27
Лабораторная работа № 5. Контроль процесса сушки зерна.....	34
6 Лабораторная работа № 6. Количественно – качественный учет зерна.....	41
7 Лабораторная работа № 7. Исследование эффективности обработки поверхности зерна на комбинированной обоечно-щеточной машине	47
8Лабораторная работа № 8. Составление количественного баланса подготовительного отделения мукомольного завода.....	52
9 Лабораторная работа № 9. Влияние крупности и выравненности зерна на выход и качество муки.....	55
10 Лабораторная работа № 10. Определение режима работы драных систем при сортовых помолах пшеницы	61
11 Лабораторная работа № 11. Односортный помол пшеницы со снятием количественного баланса.....	66
12 Лабораторная работа № 12.Определение удельной нагрузки на вальцовую линию драных систем	70
13 Лабораторная работа № 13. Контроль работы просеивающих машин.....	74
14 Лабораторная работа № 14. Оценка качества муки органолептическими методами.....	77
15 Лабораторная работа № 15. Оценка количества и качества клейковины стандартным способом	81
16 Лабораторная работа № 16. Оценка металломагнитной примеси в муке	88
17 Лабораторная работа № 17. Оценка качества муки по крупности.....	90

18 Лабораторная работа № 18. Оценка кислотности муки	93
19 Лабораторная работа № 19. Определение числа падения.....	96
Список использованных источников	101

1 Лабораторная работа № 1. Расчет состава помольных партий

Продолжительность работы – 4 часа

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.

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 низкочольным 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 M - масса помольной партии зерна;

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

(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

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

$$m_2 = 100 - 42,86 = 57,14 \%$$

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

Проверим правильность расчета определением средневзвешенных значений стекловидности C и содержания клейковины K (%):

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

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

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

Составление обратных пропорций. 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 стекловидности 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.

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

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	92

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

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

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

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

Правильность расчета проверяем: по средневзвешенной стекловидности

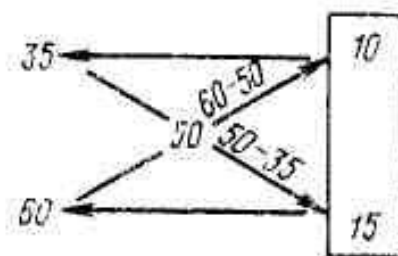
$$\bar{C} = \frac{80 \cdot 34,8 + 42 \cdot 32,6 + 26 \cdot 32,6}{100} = 50,0 \text{ \%};$$

и по средневзвешенному содержанию клейковины

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

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 %.



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

Подсортировка для компонента:

первого

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

второго

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

Проверяем средневзвешенную стекловидность смеси

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

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

Расчет помольной партии зерна по основному компоненту. В этом случае из имеющегося зерна выбирают основной компонент, близкий по качеству к помольной партии. Он должен по массе составлять 50 - 60 % помольной партии зерна. Затем выбирают второй компонент 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

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

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

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

$$m_{1+2} = \frac{100(50-30)}{55-30} = 80 \% , \quad m_2 = 100 - 80 = 20 \%$$

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

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

а второй

$$X_2 = 80 - 32 = 48 \%$$

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

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

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 1,79 %

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 1,78 %

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 на различное 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.

Специфические особенности зернового 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 типов.

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 отсеивающем анализаторе.
- 2) Построить полигон распределения зерна по крупности на ситах I и II типов, определить количественный состав фракций и наличие примесей в каждой фракции.
- 3) С помощью построенных графиков определить взаимозаменяемые сита I и II типов при проведении одинаковой технологической операции.

Порядок выполнения работы. Навеску зерна 100-200 г просеивают на отсеивающем анализаторе, в котором установлены сита с отверстиями в зависимости от анализируемой культуры. Для зерна пшеницы нумерация 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 (рисунок 2.1).

Таблица 2.2 – Ситовой анализ пшеницы (пример)

Крупность зерна, выделенной фракции (сход с сит с отвер- стиями, мм)	Выход фракции, %			Наименование характерных при- месей в каждой фракции
	Всего	В том числе		
		примесей	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				

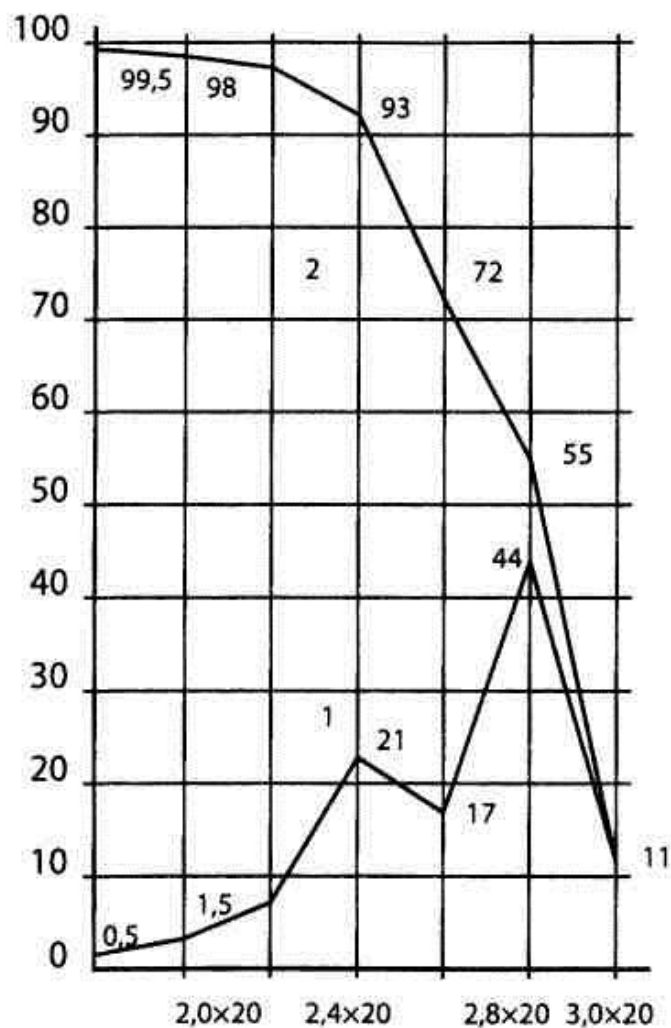


Рисунок 2.1 – Кривые, характеризующие крупность партии зерна

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 отсева-анализатора.

Полученную ломаную линию (1) называют полигоном распределения. 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 деления 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.

Задание. 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. Продолжительность работы - 4 часа.

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.

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 .

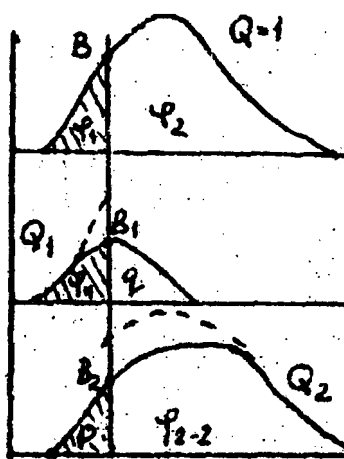


Рисунок 3.1 – Сортирование двухкомпонентной смеси

В результате сепарирования получаются 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: $\varphi_{11} = \frac{Q_1 - q}{Q_1}$

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 содержания 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

к предельно возможной, т.е.: $\frac{\varphi_{11} - \varphi_1}{\varphi_{\max 1} - \varphi_1}$

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:

$$E_2 = W_1 \frac{\varphi_{11} - \varphi_1}{\varphi_{\max 1} - \varphi_1} + W_2 \frac{\varphi_{22} - \varphi_2}{\varphi_{\max 2} - \varphi_2} \quad (3.1)$$

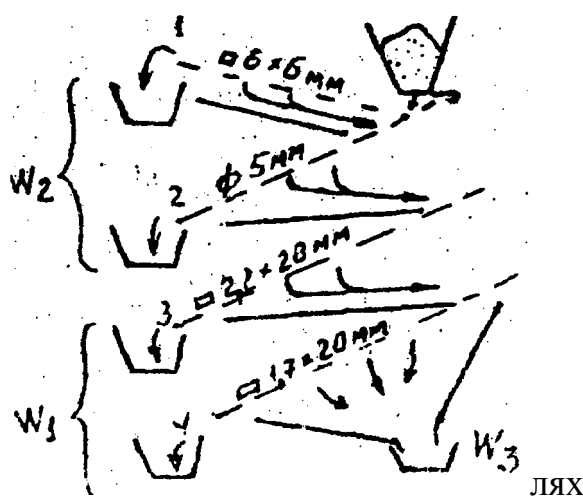


Рисунок 3.2 – Установка сит в сепараторе

В частном случае, когда исходная смесь может быть разделена на компоненты в чистом виде, т.е. $\varphi_{\max 1} = \varphi_{\max 2} = 1$ (или 100, если остальные величины выражены в %, а не в долях) показатель E будет равен

$$E_2 = W_1 \frac{\varphi_{11} - \varphi_1}{1 - \varphi_1} + W_2 \frac{\varphi_{22} - \varphi_2}{1 - \varphi_2} \quad (3.2)$$

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:

$$E_n = \sum_{i=1}^n W_i \frac{\varphi_{ii} - \varphi_i}{1 - \varphi_i}, \quad (3.3)$$

где φ_i – содержание i-го компонента в исходной смеси;
 φ_{ii} – чистота i-й фракции;
 W_i – выход i-й фракции.

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 6x6 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 2,2x20 мм для выделения крупного зерна. Четвертое подсевное сито размером 1,7x20 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 1,7x20 мм. Второй компонент (крупные примеси) выделяется сходом с первых двух сит с отверстиями 6x6 мм и диаметром 5 мм. Третий компонент (мелкие примеси) - проходом через сито с отверстиями размером 1,7x20 мм.

Порядок выполнения работы.

Из предназначенной к очистке партии зерна выделяют две навески: одна 50г 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 50г 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 – Результаты определений

Компоненты	Содержание компонентов, φ		Выход фракций, W %	Чистота фракций, φ_{ii}	
	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. Контроль процесса очистки зерна от примесей на сепараторах

Цель работы: Ознакомиться с организацией работы по очистке зерна и с порядком оформления документов на списание естественной убыли.

Задача: определить технологическую эффективность работы по степени отделения сорной примеси из предлагаемой модельной зерносмеси и научиться правильно составлять акт об очистке по форме ЗПП № 34.

Оборудование: лабораторный зерновой воздушно-ситовой сепаратор, разборные доски, шпатели, совочки, весы технические первого класса точности, модельная зерносмесь.

Общие положения. Продовольственное, фуражное и семенное зерно, бобовые и масличные культуры, поступающие от сельхозпредприятий на хлебоприемные предприятия в зависимости от степени засоренности очищают от примесей на зерноочистительных машинах до кондиций, отвечающих целевому назначению [1].

Технологический процесс очистки зерна организуют с подбором соответствующих машин, обеспечивающих наибольшую эффективность очистки в зависимости от содержания и характера примесей в зерне и от требуемой кондиции очищенного зерна.

Для профилактики рекомендуется все продовольственное и фуражное зерно, поступающее на хлебоприемные предприятия, очищать в зерноочистительных машинах. Очередность пропуска зерна, не прошедшего поточной обработки или требующего дополнительной очистки в зерноочистительных машинах, определяют с учетом его качества, наличия и производительности зерноочистительных машин. Зерно, подвергающееся самосогреванию, должно очищаться вне всякой очереди. Внеочередной очистке также подлежит зерно, засоренное примесями, передающими ему несвойственный запах.

Очистку зерна организует начальник участка по получении распоряжения (форма ЗПП № 34), подписанного директором хлебоприемного предприятия (зам. директора) и начальником производственной технологической лаборатории (ПТЛ). В распоряжении указывается количество и качество подлежащего очистке зерна, цель и способы проведения очистки, кондиции, до которых необходимо довести зерно в результате очистки, и срок окончания работы.

Перед началом очистки каждой партии зерна ПТЛ определяет качество зерна обрабатываемой партии (натуру, влажность, сорную, вредную и зерновую примеси, зараженность), заполняет карточку анализа с указанием сорной и зерновой примесей по фракциям.

Для выбора комплекта зерноочистительных машин и необходимого набора сит, в зависимости от назначения зерна и состава примесей, ПТЛ производит пробное просеивание образца, подлежащего очистке.

При составлении плана очистки зерна используют сведения о наличии поточных технологических линий и их производительности.

Расчетно-эксплуатационную производительность воздушно-ситовых зерноочистительных машин при очистке продовольственного и семенного зерна рекомендуется определять в зависимости от влажности и содержания отделимой примеси в зерне, поступающем в машину, по формулам:

для продовольственного зерна

$$Q = 0,6 \cdot k \cdot Q_n, \quad (4.1)$$

где Q_n — паспортная производительность машин т/ч;

k — поправочный коэффициент, зависящий от культуры зерна, влажности и содержания отделимой примеси;

0,6 — отношение фактической производительности к паспортной при очистке продовольственного зерна;

0,2 — отношение фактической производительности к паспортной при очистке семенного зерна.

При очистке семенного зерна производительность воздушно-ситовых машин рассчитывают по формуле

$$Q = 0,2 \cdot k \cdot Q_n \quad (4.2)$$

Таблица 4.1 – Поправочный коэффициент k

Культура	При влажности , %						
	до 16			16 - 17			17 - 20
	и содержании отделимой примеси, %						
	до 10	15	20	до 10	15	20	до 10
1	2	3	4	5	6	7	8
Пшеница	1.0	0.90	0.80	0.95	0.85	0.76	0.80
Рожь	0.9	0.80	0.72	0.85	0.76	0.68	0.72
Ячмень	0.8	0.72	0.64	0.76	0.68	0.61	0.64
Рис	0.6	0.54	0.48	0.57	0.51	0.46	0.48
Гречиха	0.7	0.63	0.56	0.66	0.59	0.53	0.56

Продолжение таблицы 4.1

Культура	При влажности, %							
	17 - 20		20 - 22			22 - 25		
	и содержании отделимой примеси, %							
	15	20	до 10	15	20	до 10	15	20
	9	10	11	12	13	14	15	16
Пшеница	0.72	0.64	0.70	0.63	0.56	0.55	0.50	0.44
Рожь	0.65	0.58	0.63	0.57	0.50	0.50	0.45	0.40
Ячмень	0.58	0.51	0.56	0.50	0.45	0.44	0.40	0.35
Рис	0.43	0.38	0.42	0.37	0.34	0.33	0.30	0.26
Гречиха	0.50	0.45	0.49	0.44	0.39	0.38	0.34	0.30

Для установления технологического эффекта работы зерноочистительной машины снимают одномоментный баланс. Балансы всех фракций снимают одновременно в течение одной минуты при установившемся режиме работы машины, не менее трех раз из партии, подвергающейся пробной очистке массой до 5 тонн. Полученное зерно и отходы взвешивают и определяют фактическую часовую производительность зерноочистительной машины (т/ч) по формуле

$$Q_{\phi} = \frac{M_{исх} \cdot 60}{1000}, \quad (4.3)$$

где $M_{исх}$ – количество зерна, поступающего в машину, кг/мин.

Показателем технологического эффекта очистки зерна служит отношение количества отделимой примеси, содержащейся в отходах, к количеству такой смеси, содержащейся в зерне до очистки, выраженное в %.

$$E = \frac{(C_1 - C_2)}{C_1} \cdot 100, \quad (4.4)$$

где C_1 – содержание отделимой примеси в исходной смеси, кг;

C_2 – содержание отделимой примеси в зерне после очистки, кг.

Пробную очистку зерна можно считать законченной, если в результате выбранного режима работы воздушно-ситового сепаратора из очищаемого зерна будет выделено не менее 50 % отделимой примеси.

Технологическую эффективность работы зерноочистительных машин работники ПТЛ контролируют путем систематического отбора образцов зерна и отходов, (не реже двух раз в смену), а также периодического снятия одноминутных балансов и анализа образцов. Анализ необходим для определения категории получаемых кормовых зернопродуктов и отходов.

1 Кормовой зернопродукт I категории с содержанием полезного зерна свыше 70 % до 85 % (включительно), в том числе зерен, относимых к основному зерну, — не более 20 %.

2 Кормовой зернопродукт II категории с содержанием полезного зерна свыше 50 % до 70 % (включительно), в том числе зерен, относимых к основному зерну, — не более 15 %.

3 Кормовой зернопродукт III категории с содержанием полезного зерна свыше 30 % до 50 % (включительно), в том числе зерен, относимых к основному зерну, — не более 10 %.

4 Кормовой зернопродукт IV категории с содержанием полезного зерна свыше 10 % до 30 % (включительно), в том числе зерен, относимых к основному зерну, — не более 5 %.

5 Кормовой зернопродукт V категории с содержанием полезного зерна свыше 2 % до 10 % (включительно), в том числе наличие зерен, относимых к основному зерну, — не более 2 %.

6 Отходы – некормовой продукт (пыль минеральная, примесь минеральная, примесь вредная, соломистые частицы), с содержанием полезного зерна не более 2 %.

Результаты очистки зерна оформляются актом (форма ЗПП № 34) с указанием количества и качества зерна до и после очистки, количества и качества кормовых зернопродуктов и отходов. Акт на очистку зерна оформляет заведующий складом под контролем ПТЛ.

ПТЛ обязана проверить правильность составления акта на очистку зерна. Для этого вычисляют разницу в засоренности зерна до и после очистки по формуле

$$X = \frac{(C_1 - C_2)}{100 - C_2} \cdot 100 \quad (4.5)$$

где C_1 – сорная примесь в зерне до очистки, %;
 C_2 – сорная примесь в зерне после очистки, %.

Полученную разницу умножают на массу партии зерна до очистки.

Количество сорной примеси в кормовых зернопродуктах и отходах определяют умножением процента сорной примеси на массу данной категории продуктов в центнерах, т.е. расчеты ведут в центнеро-процентах.

Акт считается правильно составленным, если разница центнеро-процентов сорной примеси в зерне до и после очистки равна или больше центнеро-процентов сорной примеси в кормовых зернопродуктах и отходах.

Пример. Сорная примесь в зерне до очистки – 6 %, сорная примесь в зерне после очистки – 3 %; масса партии зерна до очистки - 4 000 000 кг.

В результате очистки получено

- кормового зернопродукта I – III категории - 140 000 кг с содержанием сорной примеси 22 %.

- кормового зернопродукта IV категории - 80 000 кг с содержанием сорной примеси 67 %.

- кормового зернопродукта V категории - 10 000 кг с содержанием сорной примеси 95 %.

- отходов - 30 000 кг с содержанием сорной примеси 99 %.

Определяем разницу центнеро-процентов сорной примеси в зерне до и после очистки

$$X = \frac{100(6-3)}{100-3} \cdot \frac{4000000}{100} = 123720 \text{ ц \%}$$

Определяем центнеро-проценты сорной примеси в кормовых зернопродуктах и отходах:

кормовой зернопродукт I - III категории $X = \frac{140000 \cdot 22}{100} = 30\,800 \text{ ц \%}$.

кормовой зернопродукт IV категории $X = \frac{80000 \cdot 67}{100} = 53\,600 \text{ ц \%}$.

кормовой зернопродукт V категории $X = \frac{10000 \cdot 95}{100} = 9\,500 \text{ ц \%}$.

отходы $X = \frac{30000 \cdot 99}{100} = 29\,700 \text{ ц \%}$.

Итого центнеро-процентов 123 600.

Так как 123720 больше суммы центнеро-процентов сорной примеси в кормовых зернопродуктах и отходах, следовательно, акт составлен правильно, естественная убыль массы зерна, полученная в результате его очистки, подлежит списанию.

Акт на очистку является документом, на основании которого списывают зерно по количественно-качественному учету (форма ЗПП-36) при зачистке. Акт подписывают начальник производственного участка, или элеватора, начальник ПТЛ, проверяется бухгалтером и утверждается директором предприятия.

Порядок выполнения работы. Студенты знакомятся с общими положениями организации процесса очистки зерна от примесей на пред-

приятии. В процессе ознакомления заполняют бланки акта на очистку (форма ЗПП № 34).

На основании данных, полученных от преподавателя, студенты определяют расчетно-эксплуатационную производительность воздушно-ситового сепаратора, продолжительность его работы, сравнивают количество сорной примеси в зерне до очистки с количеством ее в зерне, кормовых зернопродуктах и отходах после очистки, дают заключение о правильности цифровых показателей при составлении акта на очистку.

Все данные и полученные результаты заносят в таблицу 4.2.

Таблица 4.2 - Акт очистки (форма ЗПП №34)

Культура	Масса партии зерна	Содержание отделимой примеси %	Влажность зерна %	Марка сепаратора	Расчетно-эксплуатац. Q т/ч.	Продолжител.н. очистки сут.	Продукты после очистки	
							зерно	
							масса кг	сорная примесь %
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Продолжение таблицы 4.2

Культура	Продукты после очистки							
	кормовой зернопродукт 1-III категории		кормовой зернопродукт IV категории		кормовой зернопродукт V категории		отходы	
	масса кг	сорная примесь %	масса кг	сорная примесь %	масса кг	сорная примесь %	масса кг	Сорная примесь %
	10	11	12	13	14	15	16	17

5 Лабораторная работа № 5. Контроль процесса сушки зерна

Цель работы. Ознакомиться с организацией процесса сушки зерна и с порядком оформления документов на списание естественной убыли зерновой массы.

Задачи: изучить организацию процесса сушки зерна, правильность проведения расчетов убыли массы зерна, научиться правильно составлять акт сушки зерна по форме ЗПП № 34.

Оборудование: нормативно-техническая документация, основные параметры работы зерносушилок.

Общие положения. Зерно с повышенной влажностью, поступающее на хлебоприемные предприятия немедленно направляют в зерносушилку. Своевременно и правильно проведенная сушка не только повышает стойкость зерна при хранении, но и улучшает его продовольственные и семенные достоинства. При соблюдении рекомендованных режимов сушки ускоряется послеуборочное дозревание зерна, происходит выравнивание зерновой массы по влажности и степени зрелости, улучшаются цвет, внешний вид, и другие технологические свойства зерна. Сушка действует угнетающе на жизнедеятельность микроорганизмов и вредителей. Она оказывает положительное влияние на выход и качество продукции при переработке зерна в муку и крупу. Наконец, сушка позволяет в некоторых случаях улучшить технологические свойства дефектного зерна: проросшего, морозобойного, поврежденного клопом-черепашкой [2].

Сушку зерна организует начальник участка вместе с сушильным мастером по получении распоряжения (форма ЗПП № 34), подписанного директором хлебоприемного предприятия или мукомольного завода (зам.директора) и начальником ПТЛ. В распоряжении указывается количество и качество подлежащего сушке зерна, цель проведения сушки,

кондиции, до которых необходимо довести зерно в результате сушки, срок окончания работы.

Зерносушилки подразделяются на две группы: прямоточные и рециркуляционные. Перед сушкой в шахтных прямоточных сушилках зерно должно быть очищено от грубых и легких примесей, а перед сушкой в рециркуляционных сушилках с нагревом зерна в падающем слое - только от грубых примесей.

Перед сушкой в прямоточных сушилках партии зерна следует формировать в соответствии с «Инструкцией по хранению продовольственно-кормового зерна, маслосемян, муки и крупы»: влажное; сырое (кроме риса-зерна), влажностью до 22 %; сырое влажностью свыше 22 % с интервалами в 6 %, рис-зерно влажностью свыше 17 % с интервалом 3 %. На рециркуляционных зерносушилках допускается сушка зерна без формирования партий по влажности.

В «Инструкции по сушке продовольственного, фуражного зерна и эксплуатации зерносушилок» даны высшие пределы температуры агента сушки, и нагрева зерна в шахтных прямоточных и рециркуляционных зерносушилках. В Инструкции обращено особое внимание на недопустимость пересушивания зерна. С целью предупреждения дополнительных затрат топлива, электроэнергии и экономии продовольственных ресурсов в Инструкции даны четкие пределы влажности, до которой следует сушить зерно различных культур, в зависимости от его дальнейшего назначения.

В первую очередь сушат зерно с наибольшей влажностью и температурой, размещенное в зернохранилищах без вентиляционных установок, а также зерно культур, которые нестойки в хранении или заражены вредителями.

Массу просушенного зерна и производительность сушилок выражают в тоннах и в тоннах в час, а также в условном исчислении (плановых единицах) - тоннах и тоннах в час.

Работу сушилки учитывают по массе сырого зерна, поступившего на сушку. При двукратном и более пропусках через сушилку зерна одной партии каждый пропуск учитывают отдельно. План сушки зерна составляют в плановых единицах. **Плановая тонна** - это 1 тонна просушенного зерна пшеницы при снижении влажности на 6 % (от 20,0 % до 14,0 %).

Массу просушенного зерна в плановом исчислении (в плановых единицах) рассчитывают для сушилок всех типов по формуле

$$M_{пл} = M_{ф} \cdot K_{в} \cdot K_{к} , \quad (5.1)$$

где $M_{пл}$ - масса просушенного зерна в плановом исчислении, т;

$M_{ф}$ - масса сырого зерна, поступившего в сушилку в физическом исчислении, т;

$K_{в}$ и $K_{к}$ – коэффициенты пересчета массы просушенного зерна в плановые единицы, в зависимости от влажности зерна до и после сушки, культуры и назначения.

Таблица 5.1 – Коэффициент $K_{к}$ для пересчета массы просушенного зерна в плановые единицы при сушке различных культур.

Культура и назначение зерна	$K_{к}$
1	2
Пшеница продовольственная, овес, ячмень продовольственные и кормовые	1.00
пшеница сильная, твердая и ценных сортов	1.25
ячмень пивоваренный	1.66
рожь	0.91
просо	1.25
горох	2.00
гречиха	0.80
рис – зерно	2.50
кукуруза в зерне:	
для мукомольной, крупяной и комбикормовой промышленности	1.54
для крахмало-паточной промышленности	1.82
для пищевого концентратной промышленности	3.08

Расход натурального топлива при сушке зерна учитывают по показаниям расходомера, или по показаниям мерной линейки. Удельный расход условного топлива на плановую единицу рассчитывают по формуле

$$B_y = \frac{K_n B_n}{M_{пл}}, \quad (5.2)$$

где B_y – удельный расход условного топлива на плановую единицу, кг на тонну;

B_n – масса натурального топлива, израсходованного на сушку, кг;

$M_{пл}$ – масса просушенного зерна в плановом исчислении, рассчитанная по формуле (5.1);

K_n – коэффициент пересчета натурального топлива в условные единицы, представляет собой отношение удельной теплоты сгорания натурального и условного топлива,

для дизельного топлива и керосина принимают $K_n = 1.45$.

Расход электроэнергии при сушке учитывают по показаниям счетчика.

Удельный расход электроэнергии на плановую единицу рассчитывают по формуле

$$\mathcal{E}_y = \frac{\mathcal{E}}{M_{пл}} \quad (5.3)$$

где \mathcal{E}_y – удельный расход электроэнергии на плановую единицу кВтч/т.

\mathcal{E} – электроэнергия, израсходованная при сушке кВтч.

$M_{пл}$ – масса просушенного зерна в плановом исчислении т, рассчитанная по формуле (5.1).

Во время сушки зерна ПТЛ систематически наблюдает за ходом технологического процесса, контролирует температуру агента сушки, влажность и температуру зерна. Зерносушильщик должен вести вахтенный журнал, а сушильный мастер - журнал учета работы сушилки.

Таблица 5.2 – Коэффициент перевода массы просушенного зерна в плановые единицы

Влажность зерна после сушки, %	Влажность зерна до сушки, %.								
	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0	21.0
11.0	0.79	0.95	1.07	1.20	1.31	1.42	1.50	1.59	-
12.0	-	0.68	0.82	0.96	1.08	1.17	1.29	1.37	-
13.0	-	-	0.60	0.74	0.87	1.00	1.08	1.15	1.24
14.0	-	-	-	0.54	0.67	0.80	0.92	1.00	1.10
15.0	-	-	-	-	0.49	0.62	0.74	0.87	0.97
16.0	-	-	-	-	-	0.46	0.57	0.72	0.85
17.0	-	-	-	-	-	-	0.42	0.54	0.69
18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.41	0.52

Продолжение таблицы 5.2

Влажность зерна после сушки, %	Влажность зерна до сушки, %								
	22.0	23.0	24.0	25.0	26.0	27.0	28.0	29.0	30.0
13.0	1.34	1.49	-	-	-	-	-	-	-
14.0	1.20	1.31	1.46	1.54	1.63	1.75	1.88	2.01	2.14
15.0	1.08	1.17	1.29	1.43	1.50	1.62	1.75	1.88	2.01
16.0	0.96	1.05	1.15	1.28	1.39	1.50	1.63	1.75	1.87
17.0	0.89	0.93	1.01	1.13	1.27	1.30	1.50	1.62	1.74
18.0	0.62	0.80	0.91	1.00	1.13	1.24	1.37	1.49	1.61
19.0	0.51	0.66	0.80	0.89	0.99	1.12	1.24	1.37	1.48
20.0	-	-	0.65	0.78	0.88	0.99	1.12	1.24	1.37
21.0	-	-	0.49	0.64	0.77	0.87	1.07	1.10	1.22
22.0	-	-	-	-	0.62	0.76	0.86	0.97	1.10
23.0	-	-	-	-	-	-	0.75	0.85	0.97
24.0	-	-	-	-	-	-	0.62	0.74	0.85
25.0	-	-	-	-	-	-	-	0.62	0.74
26.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 5.3 – Технические характеристики зерносушилок

Показатель	Зерносушилки					
	ДСП-50	ДСП-32	ДСП-24	РД2х25-70	А1-УЗМ-50	Целинная-50
Производительность (плановая) т/ч.	50	32	24	50	50	50
Расход условного топлива кг/т.	12.2	12.2	12.2	12.2	11.5	11.5
Расход электроэнергии, кВт/ч.	3.0	3.08	2.77	2.4	2.4	3.1

Вахтенный журнал работы сушилки заполняет зерносушильщик совместно с лаборантом каждую смену, в соответствии с распоряжением на сушку зерна (форма ЗПП-34).

В журнал учета работы зерносушилок сушильный мастер заносит средние данные за смену по каждой просушенной партии зерна.

Массу зерна до и после сушки можно определить по формулам:

$$M_{\phi 1} = \frac{M_{\phi 2}(100 - W_2)}{100 - W_1}, \quad (5.4)$$

$$M_{\phi 2} = \frac{M_{\phi 1}(100 - W_1)}{100 - W_2} \quad (5.5)$$

где $M_{\phi 1}$ – масса зерна до сушки (по сырому зерну) в физическом исчислении, т;

$M_{\phi 2}$ – масса зерна после сушки (по сухому зерну) в физическом исчислении, т;

W_1 – влажность зерна до сушки, %;

W_2 – влажность зерна после сушки, %.

Порядок выполнения работы. Студенты знакомятся с общими положениями сушки зерна и учетом работы зерносушилок.

По заданию, полученному от преподавателя, определяют:

- массу зерна (физическую) после сушки, т;
- массу просушенного зерна в плановых единицах, т;
- расход натурального топлива, кг и расход электроэнергии, кВтч,

пользуясь формулами 5.2 и 5.3 и данными таблицы 5.3;

- продолжительность работы сушилки, ч.

Данные и полученные результаты занести в таблицу 5.4.

Таблица 5.4 – Журнал учета работы зерносушилки

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10	11
			до сушки, т	после сушки, т							
Культура	Влажность зерна до сушки, %	Влажность зерна после сушки, %	Масса зерна (физическая) т		Просушено зерна в план. тоннах	Марка зерносушилки	Вид топлива	Расход натурального топлива кг	Расход электроэнергии, кВтч	Продолжительность работы, ч	

6 Лабораторная работа № 6. Количественно – качественный учет зерна

Цель работы: Изучить процесс убыли массы хранящегося зерна за счет изменения влажности, сорной примеси и сроков его хранения.

Задачи: Изучить методы расчета естественной убыли зерна при хранении.

Оборудование: нормативно-техническая документация, основные нормативы естественной убыли зерна при хранении, методики расчетов.

Общие положения

В период хранения зерна и продуктов его переработки в них происходят изменения как в массе, так и в качестве. При этом может иметь место как увеличение, так и уменьшение массы [4].

Природа этих изменений различна. Изменение массы может быть следствием сорбции или десорбции влаги, потери сухих веществ при дыхании, неучтенного распыла в результате перемещения зерновых масс в хранилищах.

Для обоснования изменения массы зерна в зависимости от изменения влажности и количества сорной примеси следует руководствоваться следующим.

Размер убыли в массе зерна не должен превышать разницы получающейся при сопоставлении показателей влажности по приходу и расходу с пересчетом этой разницы по формуле

$$X = \frac{100(a - b)}{100 - b}, \quad (6.1)$$

где X - искомый процент убыли в массе;
 a - показатель влажности по приходу, %;
 b - показатель влажности по расходу, %.

Убыль в массе зерна от понижения сорной примеси сверх списанных по актам подработки годных и негодных отходов не должна превышать разницы, получающейся при сопоставлении показателей сорной примеси по приходу и расходу зерна с пересчетом по формуле

$$X = \frac{(v - z)(100 - W)}{100 - z}, \quad (6.2)$$

где X – искомый процент убыли в массе;
 v – сорная примесь по приходу;
 z – сорная примесь по расходу;
 W – размер убыли в массе зерна от снижения влажности, найденный по формуле (6.1).

Списание убыли по формуле (6.2) допускается только в размере, не превышающем 0,2 %. По партиям зерна, не подвергавшемся подработке или перемещениям механизмами, списание за счет снижения сорной примеси не допускается.

Убыль в массе зерна или его увеличение за счет изменения влажности и сорной примеси в весовом выражении вычисляется по отношению ко всему количеству зерна по приходу.

Так как отпуск и приемка зерна производятся в разное время не одинаковыми по количеству и качеству партиями, то, чтобы получить возможность сопоставить качественные показатели по приходу и расходу, необходимо выводить так называемое средневзвешенное качество. Определяют его умножением массы зерна (в центнерах) отдельно на показатели влажности и сорной примеси (в %). Сумма центнеро-процентов, умноженная на 100 и деленная на общее количество принятого (отпущенного) зерна, дает средневзвешенное качество по влажности и сорной примеси, выраженное в процентах с точностью до 0,01 %. Дробные доли до 0,004 % включительно отбрасываются, а 0,005 % и более принимаются за 0,01 %.

Для контроля за сохранностью и для определения закономерности убыли в массе зерна и продуктов его переработки хлебоприемные и зерноперераба-

тывающие предприятия ведут количественно-качественный учет зерна и продуктов его переработки по местам хранения. Сущность этого учета заключается в записях количественных и качественных показателей по каждой операции с хлебопродуктами (по приходу и расходу) в специальных книгах количественно-качественного учета (форма ЗПП № 36).

Качественными показателями в учете являются для зерна - влажность и сорная примесь, для продукции (кроме муки и крупы) - влажность.

Все книги количественно-качественного учета нумеруют, шнуруют и скрепляют печатью.

Все записи в лицевых счетах вносят только на основании правильно составленных и подписанных документов, оформляющих приходные и расходные операции, а также документов о качестве. Записи в книгах делают ежедневно не позднее следующего дня.

Зная о происшедших изменениях в качестве зерна и продуктах его переработки, нетрудно определить вызванные этим изменения в их массе (недостачи или излишки). Наличие количественно-качественного учета дает возможность установления закономерности недостатков и излишков хлебопродуктов, явившихся результатом изменения его качества, а следовательно правильного решения вопроса о необходимых мерах в каждом отдельном случае.

Поэтому строгое выполнение указаний, относящихся к ведению количественно-качественного учета является одной из важнейших обязанностей руководящих работников хлебоприемных и зерноперерабатывающих предприятий. Главный бухгалтер, заместитель директора и начальник ПТЛ ежемесячно проверяют правильность записей в книгах.

Когда при проверке фактического наличия зерновых продуктов в хранилищах будет установлено уменьшение их массы, не вызываемое изменением качества, применяются нормы естественной убыли зерна при хранении.

Как видно из таблицы 6.1, величина норм естественной убыли зависит от вида зерна, среднего срока хранения, типа хранилища и способов хранения.

Сроком хранения, (в зависимости от которого установлены размеры норм естественной убыли), называется время, прошедшее между начальной датой приемки и последней датой отпуска партии.

Обычно зерно и семена поступают в хранилище не одновременно и расходуются частями, что вызывает необходимость определения среднего срока хранения.

Таблица 6.1 – Предельно-контрольные нормы естественной убыли при хранении зерна, %.

Зерно и продукты его переработки	Срок хранения	В складах		В элеваторе	На приспособленных площадках
		насыпью	в таре		
1	2	3	4	5	6
Пшеница, рожь, Ячмень	до 3 мес	0.07	0.04	0.05	0.12
	до 6 мес	0.09	0.06	0.07	0.16
овес	до 1 год	0.12	0.09	0.10	-
	до 3 мес	0.09	0.05	0.06	0.15
	до 6 мес	0.13	0.07	0.08	0.20
гречиха и рис необрушенный	до 1 год	0.17	0.09	0.12	-
	до 3 мес	0.08	0.05	0.06	-
	до 6 мес	0.11	0.07	0.08	-
просо и сорго	до 1 год	0.15	0.10	0.12	-
	до 3 мес	0.11	0.06	0.07	0.14
	до 6 мес	0.15	0.08	0.09	0.19
горох, чечевица, бобы, фасоль	до 1 год	0.19	0.10	0.14	-
	до 3 мес	0.07	0.04	0.05	-
	до 6 мес	0.09	0.06	0.07	-
	до 1 год	0.12	0.08	0.10	-

Средний срок хранения данной партии зерна (в днях) определяется делением суммы ежедневных остатков на количество по приходу данной

партии. Чтобы выразить средний срок хранения в месяцах, среднее количество дней хранения делят на 30.

При среднем сроке хранения партии зерна до трех месяцев нормы убыли применяются из расчета фактического количества дней хранения, а при хранении от трех месяцев до одного года - из расчета фактического числа месяцев хранения.

При хранении зерна более одного года за каждый последующий год хранения норма естественной убыли применяется в размере 0,04 % с пересчетом на фактическое число месяцев хранения.

Для вычисления нормы убыли при среднем сроке хранения партии зерна продолжительностью до трех месяцев, применяется формула

$$X = \frac{av}{90}, \quad (6.3)$$

где X – искомая норма;

a – норма убыли при хранении до трех месяцев включительно;

v – среднее количество дней хранения,

При среднем сроке хранения партии зерна свыше трех месяцев норму убыли вычисляют по формуле

$$X = a + \frac{bv}{z}, \quad (6.4)$$

где X - искомая норма;

a - норма убыли за предыдущий срок хранения;

b - разница между наивысшей нормой для данного промежуточного срока хранения и предыдущей нормой убыли;

v - разница между средним сроком хранения данной партии и сроком хранения, установленным для предыдущей нормы;

z – число месяцев хранения, к которому относится разница между нормами убыли.

Нормы естественной убыли при хранении зерна применяются к общему количеству, числящемуся в расходе и остатку при перевеске.

Порядок выполнения работы. Студенты знакомятся с ведением журналов количественно-качественного учета, а также с общими положениями об изменении массы партии зерна за счет изменения влажности и сорной примеси и в результате естественной убыли при хранении.

Данные, полученные от преподавателя, заносят в таблицу 6.2 и по ним определяют средневзвешенные значения влажности и сорной примеси, убыль в массе зерна или её увеличение за счет изменения влажности и сорной примеси.

Определяют средний срок хранения зерна и убыль его в результате хранения, применяя нормы естественной убыли зерна.

Таблица 6.2 – Журнал количественно-качественного учета зерна ЗПП № 36

Дата	Качество зерна		Приход			Расход			Остаток
			масса, ц	центнеро-проценты		масса, ц	центнеро-проценты		
	влажность, %	сорная примесь, %		по влажности, ц %	по сорной примеси, ц %		по влажности, ц %	по сорной примеси, ц %	остаток на 1 число следующего месяца, кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

По полученным данным делают вывод о том, какая недостача или излишки зерна могут быть оправданы за счет изменения влажности и сорной примеси и в результате естественной убыли при хранении.

7 Лабораторная работа № 7. Исследование эффективности обработки поверхности зерна на комбинированной обоечно-щеточной машине

Цель работы. Определение технологического эффекта работы лабораторной обоечно-щеточной машины. Продолжительность работы - 6 ч

Основные теоретические 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, ЗНМ) и стальным цилиндром (ЗМП, ЗОМ), а также машины, у которых рабочая поверхность цилиндра выполнена из сетки (РЗ - БМО, РЗ – БГО) и щеточные машины БЦМ на предприятиях с механическим и пневматическим внутрицеховым транспортом.

Зерно через приемный патрубок поступает в машину, подхватывается вращающимися бичами и отбрасывается на рабочую поверхность цилиндра. Зерно, ударяясь о поверхность цилиндра, приобретает кинетическую энергию E (кг м), возникающую при ударе бичом:

$$E = \frac{m \cdot v^2}{2} \quad (7.1)$$

где m - масса одного зерна, кг с²/м;

v - скорость движения зерна, м/с, равная окружной скорости движения бича в момент удара.

В результате многократных ударов и интенсивного трения зерна, о

рабочую поверхность и бичи удаляется бородка, частично верхний слой плодовой оболочки и зародыш.

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.

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 (г) определяют по формуле

$$G_в = G_з \frac{W_к - W_н}{100 - W_к} \quad (7.2)$$

где $G_з$ - масса образца зерна, г;

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

Предварительно, из исходной партии зерна отбирают 2 образца массой по 20 грамм каждый, для определения его исходной зольности и влажности, а также количества битого зерна.

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

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

Отходы (обочную пыль) собирают, анализируют состав и отбирают навеску 10 г для определения зольности и влажности.

Результаты опытов заносят в таблицу 7.1.

Таблица 7.1 - Результаты проведенных опытов

Влажность зерна, %	Выход зерна, %	Отходы, %	Битое зерно, %	Зольность, %	
				зерна	отходов

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 080. Размолотое зерно или выделенную из среднего образца навеску муки массой 20 – 30 г. 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

$$X = \frac{H_1 \cdot 100 \cdot 100}{H(100 - W)}; \quad (7.3)$$

где H - масса навески муки, г;

H_1 - масса золы, г;

W - влажность муки, %.

За фактическую зольность муки принимают среднее арифметическое из двух определений. Результат 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.

8 Лабораторная работа № 8. 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 размолом 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:

$$\sum_{i=1}^n M_i = \sum_{j=1}^n M_j \quad (8.1)$$

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 с 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:

$$\Delta M = M_0 \frac{x_1 - x_2}{100 - x_2} \quad (8.2)$$

где: x_1 и x_2 — исходное и конечное значения влажности зерна или содержания примесей в зерновой массе;
 M_0 — исходная масса зерна до проведения операции увлажнения или сепарирования.

Конечное значение массы M_1 зерна после указанных операций находят по формуле

$$M_1 = M_0 \frac{100 - x_1}{100 - x_2} \quad (8.3)$$

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 в зерне.

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.

Тогда на увлажнение поступает масса зерна

$$M_0^1 = M_0 - \Delta M_1 \quad (8.4)$$

где ΔM_1 — масса удаленных примесей.

Массу партии зерна перед I драной системой определяют из выражения

$$M_1 = M_0 - \Delta M_1 + \Delta M_2 \quad (8.5)$$

где ΔM_1 и ΔM_2 — масса удаленных примесей и добавленной воды.

Таким образом, для расчета количественного баланса подготовительного отделения мукомольного завода необходимо знать содержание в зерне примесей и изменение его влажности, происшедшее 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. По 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. $M_0 = 1000 \text{ т}$
 $W_1 = 11,5 \%$
 $W_2 = 15,5 \%$

$Сор_1 = 1,5 \%$ $Сор_2 = 0,4 \%$
 $Зер_1 = 4,0 \%$ $Зер_2 = 1,0 \%$
 $M_1 - ?$

3. $M_0 = 1000 \text{ т}$
 $W_1 = 12,0 \%$
 $W_2 = 15,5 \%$

$Сор_1 = 3,0 \%$ $Сор_2 = 0,4 \%$
 $Зер_1 = 5,5 \%$ $Зер_2 = 1,3 \%$
 $M_1 - ?$

4. $M_0 = 1000 \text{ т}$
 $W_1 = 12,0 \%$
 $M_1 = 1000 \text{ т}$
 $Сор_1 = 2,0 \%$ $Сор_2 = 0,5 \%$
 $Зер_1 = 4,5 \%$ $Зер_2 = 1,5 \%$

$W_2 = ?$

9 Лабораторная работа № 9. 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 LMM, 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; белизнамер для муки БЛИК-РЗ

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.

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 выравненным и одновременно мелким или крупным и вместе с тем невыравненным.

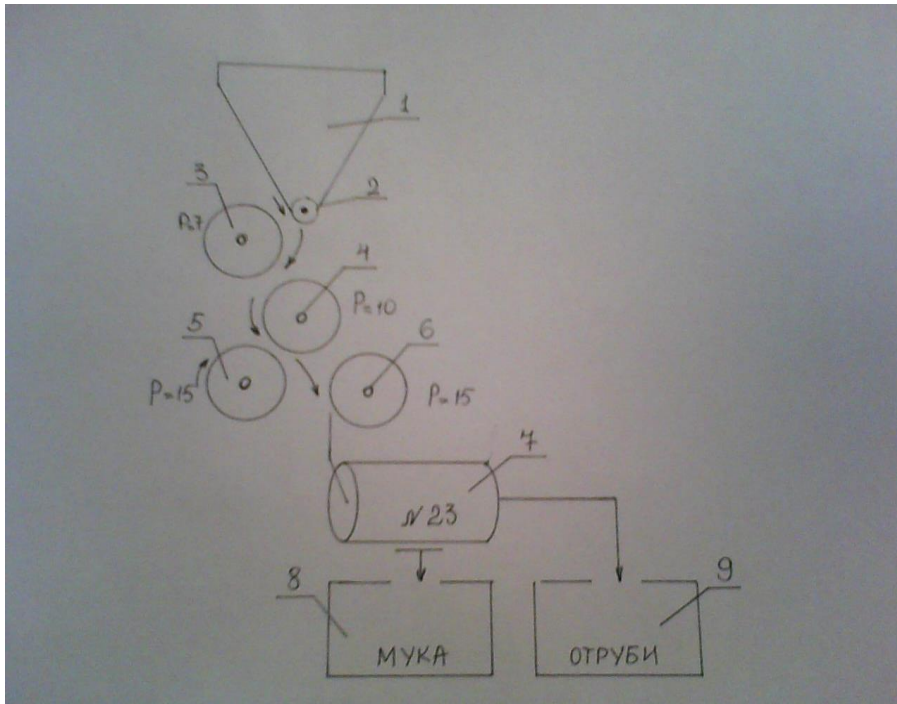
Выравненность партии зерна выражают двумя способами: массой (процентами) наибольшего остатка на сите или (чаще всего) наибольшей суммарной массой остатков на двух смежных ситах. В практике для определения выравненности достаточно просеять навеску зерна (обычно 100 г) через набор сит с определенными наборами 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 200 г 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 выравненного с одного или смежных сит. Масса каждого образца равна 200 г.



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

Рисунок 9.1 - Схема лабораторной мельничной установки LMM

Каждый из четырех образцов размалывают на лабораторной мельничной установке. 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 9.1.

Таблица 9.1 – Влияние крупности и выравненности зерна на качество готовой продукции

Образец	Масса г / %	Выход, %		Белизна муки, ед прибора БЛИК- РЗ	Сорт муки
		муки	отрубей		
Исходное зерно					
/2,5×20 Крупное зерно					
2,2×20/1,7×20 Мелкое зерно					
Выравненное зерно					

Порядок выполнения работы на приборе белизномере «Блик-РЗ»

Назначение

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 сорта муки по белизне по ГОСТ 26361-2013, 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 - 2013, 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 сссX) где X- 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 фторопластовые 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 9.2 – 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

10 Лабораторная работа № 10. 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». Продолжительность работы - 4 ч

Основные теоретические 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 размолы зерна, выражают простой дробью, числителем которой является номер сита, через отверстия которого прошли крупки, знаменателем - с которого они сошли сходом (таблица 10.1).

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.

Таблица 10.1 – Классификация продуктов измельчения по крупности.

Продукты	Шелковые сита	Полиамидные сита	Размер частиц, мкм
Крупная крупка	71/120	6,5ПА /12ПА	1150 – 710
Средняя крупка	120/160	12ПА / 15.5ПА	630 – 500
Мелкая крупка	160/200	15.5ПА / 21ПА	450 – 315
Жёсткий дунст	200/27	21ПА / 27ПА	280 – 250
Мягкий дунст	27/38	27ПА / 43ПА	250 – 180
Мука	38/-	43ПА /-	Менее 180

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

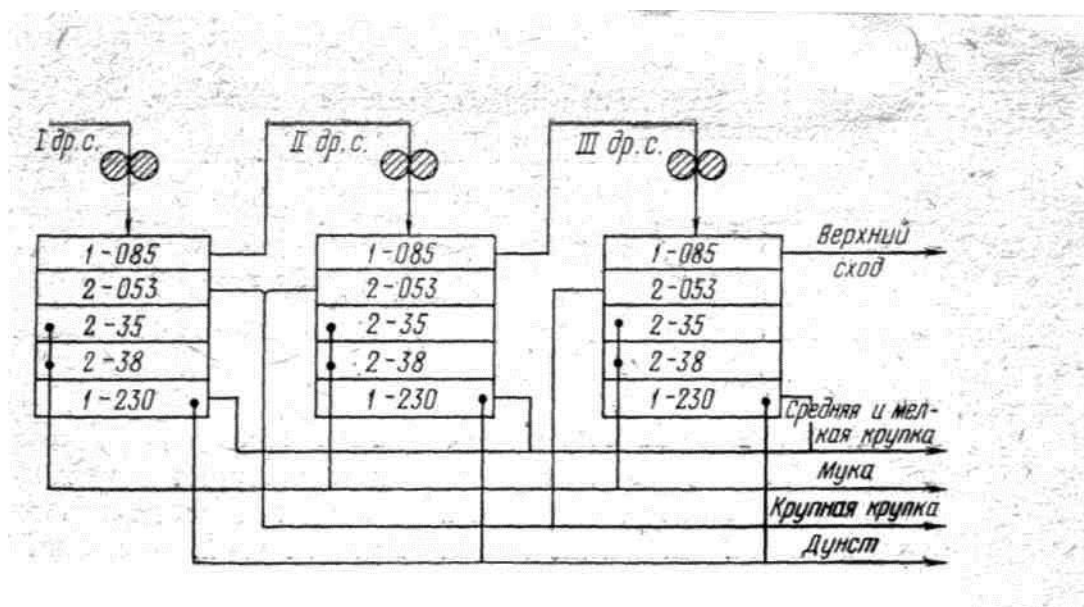


Рисунок 10.1 - Технологическая схема измельчения зерна на I-III драных системах сортового помола пшеницы на лабораторной установке «Нагема»

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 драную систему, либо к нагрузке на данную систему за вычетом недосева, выраженное в процентах.

$$I = \frac{(P - H)100}{100 - H} \quad (10.1)$$

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 мукомольных заводах», приведены в таблице 10.2.

Таблица 10.2 – 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 валцами. По мере его уменьшения общее извлечение или проход через контрольное сито увеличивается. Эта зависимость может быть выражена формулой

$$I = f(v) \quad (10.2)$$

где I – общее извлечение;
 v – величина рабочего зазора между валцами.

Порядок выполнения работы

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

Каждый образец подвергают дроблению на трёх драных системах при разных зазорах между валцами.

Таблица 10.3 – Результаты извлечения продуктов размола

Вариант	Дранные системы	Зазоры между валцами, мм	Поступило на систему, г / %	Получено, г / %							Извл. к I др. с.
				верх. сход	кр. кр.	ср. кр.	мел. кр.	жест дунст	мяг. дунст	мука	
1	I	1,6									
	II	0,6									
	III	0,4									
2	I	1,4									
	II	0,45									
	III	0,3									
3	I	1,2									
	II	0,3									
	III	0,2									
4	I	1,0									
	II	0,2									
	III	0,1									

После измельчения на каждой системе продукты просеивают в течение 3-х минут на расसेве – анализаторе для выделения круподунстовых продуктов и муки.

Полученные результаты заносят в таблицу 10.3 и проводят графическое построение зависимости извлечения на системе от величины зазора между вальцами.

Результаты сравнивают с рекомендациями Правил организации, и ведения технологического процесса на мукомольных заводах, 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 после вальцового станка определенной системы. Масса образца должна быть не менее 300 - 400 грамм.

После тщательного смешивания образца отбирают навеску массой 100 грамм для определения общего извлечения.

Указанную навеску в течение 3-х минут просеивают на расसेве-анализаторе на соответствующем сите.

После просеивания проход взвешивают, результаты записывают в журнал и сравнивают с рекомендациями Правил организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах.

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.

11 Лабораторная работа № 11. Односортный помол пшеницы со снятием количественного баланса

Цель работы: Приобретение практических навыков ведения технологического процесса сложного повторительного помола. Продолжительность работы - 6 часов

Основные теоретические 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 указано 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 шлифовочный процессы.

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 ситовые 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 проводить 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 1 - ой драной системе и результаты записывают в таблицу - шахматку 11.1.

Полученные результаты сравнивают с рекомендациями Правил организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах.

Таблица 11.1 – Количественный баланс односортного помола пшеницы

Системы	Нагрузка на сист. в % к I др с	Драной процесс				Размольный процесс							
		II др. с	III др. с	IV др. с	V др. с	1 р. с	2 р. с	3 р. с	4 р. с	5 р. с	6 р. с	Мук а	Отру- би
I др. с													
II др.с													
III др.с													
IV др.с													
V др.с													
Итого													
1 р.с													
2 р.с													
3 р.с													
4 р.с													
5 р.с													
6 р.с													
Итого													
Всего по балансу													

12 Лабораторная работа № 12. 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. Продолжительность работы - 4 ч

Основные теоретические 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, т.е. 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 мукомольных заводах 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. 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 150 мм 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 распределительным.

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 межвальцовом 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 рассеивающем анализаторе с ситом № 71 для определения величины общего извлечения.

По формуле

$$q = \frac{G_3 \times 60 \times 24}{15 \times t}; \text{кг/см сут} \quad (12.1)$$

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

$$q = \frac{G_{\text{прод}} \cdot 8640}{10}; \text{кг / см} \quad (12.2)$$

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

Определить удельную нагрузку на драные, размольные, шлифовочные системы и сравнить полученные результаты с рекомендациями Правил

организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах.

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

13 Лабораторная работа № 13. 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 рассев-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.

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

$$H = \frac{m_c \cdot 100}{m_n}, \quad (13.1)$$

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:

$$K = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100}{m_1}, \quad (13.2)$$

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 недосево: 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 %.

В производственных условиях для определения коэффициента недосева анализируют сходовые продукты. Из любого схода отбирают пробы в 6-8 кратной повторности с интервалом в 2-3 мин. Отобранный продукт тщательно перемешивают и выделяют навеску массой 100 г. Эту навеску просеивают на отсева-анализаторе в течение 3 минут. Для просеивания берут сита, номера которых совпадают с контролируруемыми ситами, установленными на отсева. 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 отсева-анализаторе через мучное сито, номер которого соответствует номеру сита, установленного в отсева.

Высеянную муку взвешивают, количество муки в сходах с отсева суммируют, и коэффициент извлечения рассчитывают по формуле (13.2).

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 рассее-анализаторе в течение 3 мин. Проход сит взвешивают на технических весах с точностью до 0,1 г. Результаты заносят в таблицу 13.1. 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 13.1 – Результаты контроля работы рассева

Система	Номер сита	Масса проходной 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

14 Лабораторная работа № 14. Оценка качества муки органолептическими методами

Цель работы. Освоить методику и получить навыки органолептической оценки запаха, вкуса и цвета муки.

Оборудование, приборы и реактивы

Банка с притертой пробкой; дощечка размером 50x150 мм; стекло такого же размера; прибор Пекара; делительная воронка емкостью 100—200 мл; химический стакан емкостью 50—100 мл; сушильный шкаф; весы аналитические; CCl_4 , $CHCl_3$.

Общие положения

Органолептическая оценка качества муки проводится по ГОСТ Р 52189 - 2003.

Цвет муки имеет большое значение, так как от него в основном зависит цвет мякиша хлеба. Чем ниже сорт муки, тем она темнее, так как в ней содержится больше оболочек зерна, а в них больше пигментов, придающих окраску муке. Кроме того, на цвет муки влияют оттенок цвета эндосперма, влажность муки, длительность её хранения, крупность, освещённость помещения и т.д. Органолептическую оценку цвета муки применяют на всех мукомольных заводах, так как она позволяет быстро контролировать стандартность получаемой муки и ход технологического процесса помола.

Вкус нормальной муки пресный, при длительном разжёвывании сладковатый, приятный, с ощущением свежести размолотого зерна. При порче муки появляется кислый или горький вкус. Горечь чаще наблюдается в муке обойной и низкосортной и обычно бывает связана с прогорканием жира в связи с наличием в муке частичек алейронового слоя и зародыша зерна.

Кислый вкус, как правило, обнаруживается в муке высоких сортов при длительном хранении, что, по-видимому, связано с распадом белков и образованием при этом H_3PO_4 .

При наличии в муке минеральных примесей при разжёвывании ощущается **хруст**. Он может быть очень резкий, что указывает на наличие в муке крупных частиц минеральных примесей, или слабый, что связано с наличием мелких частиц минеральных примесей: глины, земли, песка.

Запах муки зависит от наличия в ней летучих веществ: эфирных масел, спиртов, эфиров, альдегидов и т.д. Свежая мука обладает почти незаметным запахом. При неблагоприятных условиях хранения муки белки, углеводы и жиры распадаются, в результате чего образуются вещества, придающие продуктам неприятный запах. Кроме того, возможно развитие плесеней, также придающих муке неприятный сильный запах. Иногда в муку переходит запах примесей (полыни, чеснока, головни, донника, кориандра и т.д.), засорявших зерновую массу, из которой выработана мука.

Таблица 14.1 – Требования к качеству муки по органолептическим показателям

Образец муки	Цвет	Запах	Вкус
Мука пшеничная х/п			
Высший сорт	Белый или белый с кремовым оттенком	Свойственный пшеничной муке,	Свойственный пшеничной муке
Первый сорт	Белый или белый с желтоватым оттенком	без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый	без посторонних привкусов, не кислый, не горький
Второй сорт	Белый с желтоватым или сероватым оттенком		
Мука ржаная х/п			
Сеяная	Белый с кремоватым или сероватым оттенком	Свойственный ржаной муке, без	Свойственный ржаной муке без
Обдирная	Серовато-белый или серовато-кремовый с вкраплениями частиц оболочек зерна	посторонних запахов, не затхлый, не плесневый	кислый, не горький
Обойная	Серый с частицами оболочек зерна		

Посторонние запахи мука может обретать при хранении вместе с пахучими веществами (нефтью, керосином, нафталином и другими) или при перевозках на транспорте, в котором сохранился запах этих веществ.

Порядок выполнения работы

Определение цвета. Цвет муки устанавливают путём сравнения испытуемого образца с эталонным образцом или с характеристикой цвета, указанной в соответствующих стандартах на продукцию. При этом обращают внимание на наличие отдельных частиц оболочек и посторонних примесей, нарушающих однородность цвета муки.

Цвет муки определяют визуально при рассеянном дневном свете, а также при освещении лампами накаливания или люминесцентными лампами, для чего навеску муки массой 10-15 г рассыпают на стеклянную пластинку, разравнивают и придавливают другой стеклянной пластинкой для получения гладкой поверхности.

Определение цвета муки путём сравнения испытуемой пробы с эталонным образцом проводят следующим образом. Из испытуемой муки и муки эталонного образца берут навески массой по 5-10 г и насыпают на стеклянную пластинку. Обе порции муки осторожно, не смешивая, разравнивают лопаточкой. Толщина слоя муки должна быть около 5 мм, при этом испытуемая мука должна соприкасаться с мукой эталонного образца. Затем поверхность муки сглаживают и, накрыв стеклянной пластинкой, спрессовывают. Края спрессованного слоя срезают с помощью лопаточки так, чтобы на пластине осталась плитка в виде прямоугольника.

Цвет муки определяют сначала по сухой пробе, сравнивая испытуемую муку с мукой эталонного образца, а затем по мокрой. В мокрой пробе цвет муки и его оттенки выступают яснее.

Для определения цвета муки по мокрой пробе пластину со спрессованными пробами муки осторожно, в наклонном положении (30° – 45°

°) погружают в сосуд с водой комнатной температуры и держат до полного выделения пузырьков воздуха. Затем пластину с пробами извлекают из воды и держат в наклонном положении, пока не стечёт лишняя вода. После этого приступают к определению цвета муки.

Определение запаха, вкуса и хруста. Для определения запаха отбирают из пробы навеску муки массой около 20 г, высыпают на чистую бумагу, согревают дыханием и улавливают запах. В случае неопределённости запаха для его усиления навеску муки переносят в стакан, обливают горячей водой температурой 60 °С, воду сливают и определяют запах продукта.

Вкус и наличие хруста определяют путём разжёвывания 1-2 навесок муки массой около 1 г каждая.

Результаты исследований образцов муки сводят в таблицу 14.2. На основе проведённых испытаний составляют заключение о соответствии требованиям стандарта (таблица 14.1) органолептических показателей качества: запаха, вкуса, цвета исследуемого образца муки.

Таблица 14.2 – Протокол органолептической оценки качества муки

Образец Муки	Запах	Вкус	Хруст	Цвет			
				по сухой пробе		по мокрой пробе	
				эталон	образец	эталон	образец

15 Лабораторная работа № 15. Оценка количества и качества клейковины стандартным способом

Цель работы. Изучить и освоить стандартный метод определения количества и качества клейковины в муке.

Оборудование, приборы и реактивы.

Установка МОК-3М, прибор ИДК-1М или ИДК-3, весы лабораторные, тестомесилка, дозатор воды.

Общие положения

Клейковина – высокогидратированный белковый комплекс, способный образовывать при набухании в воде связанную эластичную массу. Клейковину образует зерно пшеницы, некоторые сорта ячменя, семена дикорастущих злаков (пырея, колосняка и др.).

Количество и качество клейковины - показатели, указывающие на состояние белково-протеинового комплекса зерна и муки.

От количества и качества клейковины в значительной мере зависит качество хлеба и макаронных изделий. Согласно ГОСТ 27839 – 2013 мука пшеничная хлебопекарная должна содержать сырой клейковины: высший сорт не менее 28 %, 1 сорт – не менее 30 %, 2 сорт не - менее 25 %; не ниже II гр. качества. Содержание и качество сырой клейковины является одним из признаков, положенных в основу классификации зерна пшеницы. Так, содержание сырой клейковины в зерне пшеницы высшего, 1-го и 2-го классов должно быть, соответственно, не менее 36 %, 32 % и 28 % и качество клейковины не ниже I группы; в зерне пшеницы 3-го и 4-го классов, соответственно - не менее 23 % и 18 %; не ниже II группы качества. Зерно пшеницы, поступающее на переработку в сортовую муку, должно содержать 25 % - 26 % сырой клейковины не ниже II группы качества. Клейковину определяют путем отмывания вручную или с помощью механических средств из теста. На выход клейковины при отмывании, влияет много факторов: температура и жесткость воды, продолжительность отлежки теста,

сила и вид воздействия на тесто при отмывании, способ отмывания. Поэтому в удостоверениях о качестве обязательно указывают каким методом отмывали клейковину [2]. Определение количества и качества сырой клейковины в пшеничной муке ведут в соответствии с ГОСТ 27839 – 2013.

Этот стандарт устанавливает методы определения количества клейковины путем отмывания ее из теста вручную или с помощью механизированных устройств МОК-1М и МОК-3М и качества клейковины путем измерения ее упруго-эластичных свойств.

Аппаратура. Для определения клейковины вручную потребуются: тестомесилка ТМ-75, дозатор воды или цилиндр мерный вместимостью 25 см³ по ГОСТ 1770 - 74, измеритель деформации клейковины ИДК-1 или ИДК-3, весы лабораторные с допустимой погрешностью взвешивания 0,01 г, термометры стеклянные жидкостные (не ртутные) с диапазоном измерения от минус 30 °С до плюс 50 °С, емкость вместимостью не менее 4 дм³, чашка фарфоровая или ступка диаметром 120 - 140 мм, шпатель или пестик, часы сигнальные, чашки лабораторные № 2 и № 3, полотенце, сито из шелковой ткани № 27 по ГОСТ 4403 - 91 или полиамидной ткани 27 ПА-120, вода питьевая ГОСТ 51232 - 98.

Подготовка к анализу. Для замеса теста, отмывания и отлежки клейковины применяют питьевую воду с жесткостью не более 7 моль/м³. Температура воды для замеса, отлежки и отмывания поддерживают от 18 °С до 20 °С, объем воды для замеса теста должен соответствовать требованиям таблицы 15.1.

Таблица 15.1 – Соотношение муки и воды

Масса навески, г	Объем воды, см ³
25,00	14,0
30,00	17,0
35,00	20,0
50,00	28,0

Отмывание клейковины вручную. Мерным цилиндром отмеряют 14 мл воды, выливают в чашку или ступку и высыпают навеску муки массой 25 г. Пестиком или штапелем замешивают тесто, пока оно не станет однородным. Приставшие к пестику или ступке частицы присоединяют к куску теста, хорошо проминают его руками и скатывают в шарик. Можно замешивать тесто в тестомесилке, нажатиями кнопки «пуск». Отключение тестомесилки осуществляется автоматически.

Тесто сформованное в шарик помещают в чашку, закрывают крышкой или часовым стеклом и оставляют на 20 мин для отлежки. По истечении 20 мин начинают отмывание клейковины под слабой струей воды над ситом из шелковой или полиамидной ткани. Вначале отмывание ведут осторожно, разминая тесто пальцами, чтобы вместе с крахмалом не оторвались кусочки теста или клейковины. Когда большая часть крахмала и оболочек удалена, отмывание ведут энергичнее между обеими ладонями. Оторвавшиеся кусочки клейковины тщательно собирают с сита и присоединяют к общей массе клейковины. При отсутствии водопровода допускается отмывание клейковины в емкости с 2 - 3 дм³ воды. Для этого тесто опускают в воду на ладони и разминают его пальцами. В процессе отмывания клейковины воду меняют не менее трех-четырёх раз, процеживая через сито. Отмывание ведут до тех пор, пока оболочки не будут почти полностью отмыты, и вода, стекающая при отжимании клейковины, не будет прозрачной (без мути).

Отмытую клейковину отжимают прессованием между ладонями, вытирая их сухим полотенцем. При этом клейковину несколько раз выворачивают и снова отжимают между ладонями, пока она не начнет слегка прилипать к рукам. Отжатую клейковину взвешивают с точностью до второго десятичного знака, затем еще раз промывают в течение 5 мин, вновь отжимают и взвешивают. Если разница между двумя взвешиваниями не превышает 0,1 г, отмывание считают законченным.

Определение качества сырой клейковины на приборе ИДК-1 или ИДК-3. Для определения качества клейковины из отмытой, отжатой и

взвешенной клейковины выделяют навеску массой 4 г. Для равномерного распределения, необходимо провести формовку повторно, но не более трех раз.

При отсутствии приспособления формовку клейковины допускается проводить вручную. Для этого навеску клейковины обминают три-четыре раза пальцами, придавая ей шарообразную форму с гладкой, без разрывов поверхностью. Если клейковина крошащаяся, представляет собой после отмывания губчатообразную, легко рвущуюся массу и не формуется в шарик, ее относят к III группе без определения качества на приборе.

Шарик клейковины, сформованный на приспособлении или вручную, помещают для отлежки в чашку с водой, температурой от 18 °С до 20 °С, и ставят в емкость с 2 - 3 дм³ воды указанной температуры. При отмывании клейковины вручную продолжительность отлежки клейковины составляет 15 минут.

После отлежки шарик клейковины вынимают из чашки и помещают его основанием в центр столика прибора ИДК-1.

Для измерения упругих свойств клейковины на приборе ИДК-1 (рисунок 15.1) нажимают кнопку «Пуск» и, удерживая в нажатом состоянии 2 - 3 с, отпускают ее. По истечении 30 с перемещение пуансона автоматически прекращается, загорается лампочка «Отсчет». Записав показания прибора, нажимают кнопку «Тормоз» и поднимают пуансон в верхнее исходное положение. Клейковину снимают со столика прибора.

Для измерения упругих свойств клейковины на приборе ИДК-2 нажимают клавишу «Пуск». При загорании индикатора «Результат» с табло снимают и записывают показания прибора. После автоматического возвращения пуансона в верхнее положение загорается индикатор «Готов», и клейковину снимают со столика прибора.



Рисунок 15.1 – Прибор для определения физических свойств сырой клейковины – индикатор деформации клейковины (ИДК-1)

Результаты измерений упругих свойств клейковины выражают в условных единицах прибора и в зависимости от их значения клейковину относят к соответствующей группе качества согласно требованиям таблицы 15.2.

Таблица 15.2 – Показатели качества клейковины

Группа качества	Характеристика клейковины	Показание прибора в условных единицах, ИДК			
		Хлебопекарная мука сортов		Макаронная мука сортов высшего и первого из пшеницы	
		высшего, первого, обойная	второго	твердой	мягкой
III	Неудовлетворительно крепкая	от 0 до 30	от 0 до 35	-	-
II	Удовлетворительно крепкая	от 35 до 50	от 40 до 50	-	-
I	Хорошая	от 50 до 75		от 50 до 80	от 50 до 75
II	Удовлетворительно слабая	от 80 до 100		от 85 до 105	от 80 до 100
III	Неудовлетворительно слабая	от 105 и более		110 и более	105 и более

Снятие показаний со шкалы прибора ИДК-1 осуществляется с точностью до 5 условных единиц. При этом, если стрелка прибора не достигает короткого штриха, то за результат измерения принимают значение предыдущего деления, а если стрелка остановилась на коротком штрихе или перешла его, то результат измерения записывается последующему за стрелкой деления.

При использовании прибора ИДК-3 и последующих модификаций, показания условных единиц считываются с цифрового дисплея.

При возникновении разногласий по результатам определения проводят контрольный анализ. Допускаемые расхождения между контрольным и первоначальным определением не должны превышать по количеству сырой клейковины 2 %, по качеству клейковины 5 ед. приборов ИДК-1 и ИДК-3.

При превышении допускаемых расхождений правильным считают результат контрольного анализа.

Обработка результатов. Количество сырой клейковины X , % вычисляют с точностью до второго десятичного знака по формуле

$$X = \frac{m_k \times 100}{m_m}, \quad (15.1)$$

где m_k – масса сырой клейковины, г;
 m_m – масса навески муки, г.

Результаты проставляемые в рабочем журнале, указывают с точностью до второго десятичного знака, в документах о качестве – с точностью до единицы, округляя результат по правилам округления.

Оформить результаты в виде таблицы 15.3.

Таблица 15.3 – Результаты испытаний

Об- ра- зец	Номер взвешивания	Масса сырой клейко- вины, г	Содержание сырой клейковины, %		Качество клейковины			
			первоначальное определение	контрольное определение	первоначальное определение		контрольное определение	
					показа- ние ИДК-1 усл.ед	груп- па каче- ства	показа- ние ИДК-1 усл.ед	груп- па каче- ства
1-ое								
2-ое								
n-е								

Сделать вывод о правильности полученных результатов, анализируя допускаяемые расхождения между первоначальными и контрольными определениями. Контрольные определения выполняются заранее лаборантами кафедры.

16 Лабораторная работа № 16. Оценка металломагнитной примеси в муке

Цель работы.

Выделить вручную металломагнитную примесь и определить её содержание в исследуемых образцах муки.

Оборудование, приборы и реактивы. Магнит подковообразный постоянный, доска разборная, весы лабораторные, лопатки или планки для смешивания и разравнивания продукта, стекло часовое, сетка измерительная с делениями 0,3 мм, лупа с увеличением в 6-10 раз.

Общие положения. Металлические примеси обнаруживаются в муке и крупе при плохой очистке зерна или износе рабочих органов машин (рифлей, металлических сит и т.д.). Промежуточные и готовые продукты размола пропускают через магнитные установки. На 1 кг продукта допускается 3 мг пылевидной металлопримеси, причём размер отдельных частиц в наибольшем линейном измерении не должен превышать 0,3 мм, а масса отдельных частиц - 0,4 мг.

Металломагнитную примесь в муке и крупе определяют по ГОСТ 20239 - 74. Сущность метода заключается в выделении металлической примеси магнитом механизированным способом или вручную с последующим взвешиванием и измерением её частиц.

Порядок выполнения работы. Навеску продукта массой $1000 \pm 1,0$ г высыпают на доску и разравнивают планками или лопаточками тонким слоем толщиной не более 0,5 см.

Магнитом медленно проводят вдоль и поперёк продукта таким образом, чтобы вес продукт был захвачен полюсами магнита (ножки магнита должны проходить в самой толще продукта, слегка касаясь поверхности доски). Периодически сдувают с магнита частицы приставшего неметаллического

продукта. Частицы металломагнитной примеси снимают на лист белой бумаги.

Выделение металломагнитной примеси из продукта повторяют три раза. Перед каждым повторным выделением испытуемую продукцию смешивают и разравнивают тонким слоем.

После выделения металломагнитной примеси, обернув подковообразный магнит в бумагу, отделяют металломагнитную примесь от пылевидных частиц продукта; при необходимости сдувают их с помощью резинового баллончика. После этого металломагнитную примесь переносят на часовое предварительно взвешенное стекло.

Измерение вручную. Собранную на часовом стекле металло-магнитную примесь взвешивают на аналитических весах с точностью $\pm 0,2$ мг и рассматривают ее состав. Крупные частицы и частицы с острыми концами или краями выделяют отдельно, взвешивают и устанавливают, не превышает ли размер отдельных частиц в наибольшем линейном измерении предельно допустимый размер, установленный требованиями к качеству испытуемого продукта.

Измерение вручную проводят с помощью измерительной сетки с делениями 0,3 мм, размещая частицу вдоль одной из сторон квадрата и рассматривая её с помощью лупы.

Содержание металломагнитной примеси выражают в миллиграммах на 1 кг продукции. Результаты определения округляют до целого числа.

Полученные результаты заносят в таблицу 16.1 и делают вывод о соответствии показателей качества продуктов требованиям ГОСТ 20239-74.

Таблица 16.1 – Результаты определения металломагнитной примеси

Наименование образца	Общее содержание металлической примеси, мг	Масса наиболее крупных частиц примеси, мг	Наибольший линейный размер крупных частиц примеси, мм	Норма по ГОСТ

17 Лабораторная работа № 17. Оценка качества муки по крупности

Цель работы.

Определить крупность исследуемых образцов сортовой муки

Оборудование и приборы. Рассев лабораторный с набором шёлковых сит № 43, 38, 35, 27 (45/50 ПА, 41/45 ПА, 36/40 ПА, 27 ПА) и металлотканых сит № 045 и 067.

Общие положения. Крупность муки - важный показатель, представляющий собой один из основных признаков сорта муки и влияющий на её хлебопекарные достоинства. От размера частичек муки зависит её водопоглотительная способность (ВПС), скорость набухания, сахарообразующая способность, что влияет на консистенцию теста, процесс брожения, пористость и объём хлеба. Оптимальные размеры частиц хлебопекарной пшеничной сортовой муки составляют 60 - 100 мкм.

Крупность частиц муки в соответствии с ГОСТ Р 52189-2003 контролируется двумя ситами: с верхнего сита определяется сход в процентах, не более определённого значения для данного сорта муки; с нижнего - проход в процентах, не менее определённого значения. Сита, необходимые для контроля крупности муки, приведены в таблице 17.1.

Порядок выполнения работы

Из средней пробы выделяют навеску массой 50 г, подбирают сита, установленные нормативно-техническими документами на соответствующий вид продукта. Навеску муки высыпают на верхнее сито, закрывают крышкой, закрепляют набор сит на платформе отсева - анализатора и включают его.

По окончании просеивания остаток на верхнем сите и проход через нижнее сито взвешивают на технических весах с точностью до 0,01 г и выражают в процентах к массе взятой навески муки. Результаты определения указывают в документах о качестве муки с точностью до 1 %.

Крупность определяют в 3-х повторностях, по результатам которых рассчитывают среднее значение показателей крупности. Затем анализируют достоверность полученных результатов путём расчёта величин отклонения показателей крупности (%) в каждом испытании от среднего значения. Если отклонение превышает ± 10 %, то это значение показателя крупности отбрасывают и по оставшимся двум значениям показателей находят новую среднюю величину.

Таблица 17.1 – Нормы качества хлебопекарной муки

Мука	Зольность (не более), %	Содержание клейко- вины (не менее), %	Крупность помола				Цвет (органолептическая оценка)
			остаток на сите		проход через сито		
			номер сита	не более, %	номер сита	не менее, %	
Мука пшеничная хлебопекарная							
Крупчатка	0,60	30	23	2	35	10 не более	Белый или кремовый с желтоватым оттенком
Высший сорт	0,55	28	43	5	-	-	Белый или белый с кремовым оттенком
Первый сорт	0,75	30	35	2	43	80	Белый или белый с желтоватым оттенком
Второй сорт	1,25	25	27	2	38	65	Белый с желтоватым или сероватым оттенком
Обойная	2,00*	-	067	2	38	35	Белый с желтоватым или сероватым оттенком с заметными частицами оболочек зерна
Мука ржаная хлебопекарная							
Сеяная	0,75	-	27	2	38	90	Белый с кремоватым или сероватым
Обдирная	1,45	-	045	2	38	60	Серовато-белый или серовато-кремовый
Обойная	2,00*	-	067	2	38	30	Серый с частицами оболочек зерна
Особая	1,15	-	21	2	38	75	Белый с сероватым оттенком

*Не менее чем на 0,07 % ниже зольности зерна до очистки

Результаты испытаний заносят в таблицу 17.2 и делают вывод о принадлежности исследуемого образца муки к определённому сорту.

Таблица 17.2 – Результаты анализа крупности муки

Сорт муки	Повтор- ность	Остаток на сите			Проход через сито			Отклонения, %	
		номер сита	г	%	номер сита	г	%	остаток	проход
	1 2 3								
	Среднее								
	И т.д.								

18 Лабораторная работа № 18. Оценка кислотности муки

Цель работы.

Определить кислотность пшеничной и ржаной муки разного срока хранения.

Оборудование и приборы. Весы лабораторные, колбы конические вместимостью 150 и 250 см³, гидроксид натрия, раствор молярной концентрации 0,1 моль/дм³, фенолфталеин, 3 % спиртовой раствор, вода дистиллированная, бюретка для титрования.

Общие положения. Под кислотностью понимают количество щёлочи, необходимой для нейтрализации кислотореагирующих веществ, содержащихся в 100 г муки. Определение кислотности муки по болтушке осуществляется по ГОСТ 27493-87.

Кислотность муки характеризует продолжительность хранения муки. Увеличение кислотности муки при её длительном хранении обусловлено прежде всего распадом жиров до образования свободных жирных кислот. Накопление кислотореагирующих веществ, в свою очередь, вызывает прогоркание муки и ухудшение её хлебопекарных свойств.

Кислотность муки оказывает влияние на кислотность теста и хлеба; кислотность хлеба регламентируется стандартами, поэтому на хлебопекарных предприятиях необходимо проверять кислотность каждой партии поступившей муки.

Таким образом, кислотность муки является показателем качества, который дает представление о свежести муки. Рекомендуется использовать муку с кислотностью: для пшеничной муки высшего сорта 2,5⁰ - 3,0⁰, для первого сорта 3,0⁰ - 3,5⁰, для второго сорта 4⁰ - 4,5⁰, для обойной 4,5⁰ - 5,0⁰; для ржаной муки сеяной 4,0⁰, для обдирной 5,0⁰, для обойной 5,0⁰ - 5,5⁰.

Порядок выполнения работы. Из пробы, предназначенной для испытания, берут две навески продукта каждая массой по 5,0 г. Взвешенную навеску продукта высыпают в сухую коническую колбу и приливают 50 см³ дистиллированной воды для приготовления болтушки из пшеничной муки и 100 см³ для приготовления болтушки из ржаной муки. Содержимое колбы немедленно перемешивают взбалтыванием до исчезновения комочков.

В полученную болтушку из пшеничной муки добавляют три капли 3 %-ного раствора фенолфталеина, в полученную болтушку из ржаной муки добавляют пять капель 3 %-ного раствора фенолфталеина. Затем болтушку взбалтывают и титруют раствором гидроокиси натрия концентрации 0,1 моль/дм³. Титрование ведется каплями равномерно с замедлением в конце реакции при постоянном взбалтывании содержимого колбы до появления ясного розового окрашивания, не исчезающего при спокойном состоянии колбы в течение 20 - 30 секунд.

Если по истечении указанного времени розовое окрашивание после взбалтывания исчезает, то прибавляют еще 3 - 4 капли раствора фенолфталеина. Если при этом появится розовое окрашивание, то титрование считают законченным. В противном случае титрование продолжают. Объем раствора, используемого на титрование, определяется с погрешностью $\pm 0,05$ см³.

Если при определении кислотности исходная болтушка получается интенсивно окрашенной, необходимо иметь для сравнения другую болтушку из испытуемого продукта и при титровании постоянно сравнивать получаемый оттенок с начальным цветом болтушки.

Вычисления проводят до второго десятичного знака с последующим округлением результата до первого десятичного знака.

За окончательный результат испытания принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений, допускаемое расхождение между которыми не должно превышать 0,2 °.

Кислотность каждой навески вычисляют по формуле:

$$X = \frac{V \cdot 100}{m \cdot 10} \cdot K \quad \text{или} \quad X = V \cdot 2 \cdot K \quad (18.1)$$

где V - объем раствора гидроокиси натрия концентрации 0,1 моль/дм³ (с учетом поправочного коэффициента к титру гидроокиси натрия), использованный на титрование, см³;
 m - масса навески продукта, г;
1/10 - коэффициент перерасчета 0,1 моль/дм³ раствора щёлочи на 1 моль/дм³.

Результаты испытания заносят в таблицу 18.1 и делают вывод о свежести исследуемого образца муки, сравнив полученные данные с кислотностью, рекомендуемой для хлебопекарной муки.

Таблица 18.1 – Протокол определения кислотности муки

Образец муки	Длительность хранения муки	Кислотность, град		
		1	2	среднее

19 Лабораторная работа № 19. Определение числа падения

Цель работы.

Определить амилолитическую активность исследуемых образцов зерна пшеницы

Оборудование и приборы. Прибор для определения числа падения ПЧП-3, весы лабораторные, пробирки вискозиметрические, дозатор, водадистиллированная, мельница лабораторная, обеспечивающая размол зерна в соответствии с требованиями таблицы 19.1

Таблица 19.1– Крупность помола зерна

Номер сетки по ГОСТ 3584 или ткани по ГОСТ 4403	Проход через сито, %
0,8 металлотканая,	не менее 99
0,5 металлотканая или № 15 шёлковая,	не менее 95
№ 38 шёлковая	не более 80

Общие положения. В зерновых культурах есть комплекс активных ферментов, накопление которых зависит от условий выращивания, и которые влияют на хлебопекарные свойства муки. Наиболее активной является α -амилаза, которая выполняет функцию гидролиза крахмала до образования сахаров, а также влияет на процесс брожения теста.

Повышенная активность этого фермента приводит к получению хлеба с невкусным, заминающимся и недостаточно пористым мякишем. Активность этого фермента особенно нарастает у прорастающего зерна. Слишком низкая его активность также не способствует хорошему качеству хлеба - снижает его объёмный выход хлеба.

Число падения нормируется НТД (таблица 19. 2), определяется по ГОСТ 27676-88, который распространяется на зерно пшеницы, ржи, а также на выработанную из него муку. Оптимальный диапазон числа падения для пшеничной хлебопекарной муки имеет нижний предел, который составляет для разных сортов муки 165 - 185 с, и верхний предел – 340 - 374 с.

Сущность метода заключается в определении времени свободного падения шток-мешалки в клейстеризованной водно-мучной суспензии.

Приготовленная водно-мучная суспензия из проросшего зерна обладает меньшей вязкостью, чем суспензия из нормального зерна. Если в пробирку с суспензией из проросшего зерна опустить шток, то он опустится на дно быстрее, чем через суспензию из зерна нормального качества. Отсюда и название показателя - "число падения" (ЧП).

5. Для оценки амилолитической активности зерна применяют прибор ПЧП-3, который регистрирует в условиях опыта снижение вязкости мучной суспензии под влиянием гидролиза крахмала амилазами.

Метод основан на быстрой клейстеризации водно-мучной суспензии в кипящей водяной бане и на последующем измерении её разжижения под действием α -амилазы.

Таблица 19.2 – Норма числа падения для заготавливаемой и оставляемой мягкой пшеницы и ржи по классам и норма для ржаной хлебопекарной муки в секундах

Пшеница		Рожь		Мука ржаная	
класс	число падения	класс	число падения	сорт	число падения
высший	более 200	первый	более 200	сеяная	не менее 160
первый	более 200	второй	200 - 141	обдирная	не менее 150
второй	более 200	третий	140 - 80	обойная	не менее 105
третий	200- 151	четвёртый	менее 80	особая	не менее 140
четвёртый	150-80				
пятый	менее 80				

Порядок выполнения работы

Водяную баню через компенсатор заполняют дистиллированной водой и доводят воду в бане до кипения.

При определении числа падения в зерне из средней пробы отбирают не менее 300 г зерна, очищают его от сорной примеси и размалывают на мельнице с ситом 0,8 мм.

При влажности зерна более 18 % его перед размолотом подсушивают на воздухе или сушильном шкафу при температуре не более 50 °С.

При определении числа падения в муке из средней пробы отбирают не менее 300 г муки, просеивают через сито 0,8 мм и определяют её влажность.

Из размолотого зерна или муки для параллельного определения выделяют по две навески, массу которых в зависимости от влажности определяют по таблице 19.3. Навески заданной массы взвешивают с погрешностью не более 0,01 г.

Таблица 19.3 – Масса навески, в зависимости от ее влажности

Влажность размолотого зерна	Масса навески, г	Влажность размолотого зерна	Масса навески, г
9,0-9,1	6,40	13,7 -14,3	6,90
9,2 - 9,6	6,45	14,4 - 14,6	6,95
9,7-10,1	6,50	14,7 - 15,3	7,00
10,2 -10,6	6,55	15,4-15,6	7,05
10,7-11,3	6,60	15,7-16,1	7,10
11,4-11,6	6,65	16,2 -16,6	7,15
11,7-12,3	6,70	16,7-17,1	7,20
12,4-12,6	6,75	17,2-17,4	7,25
12,7-13,3	6,80	17,5- 18,0	7,30
13,4 -13,6	6,85		

Навеску размолотого зерна или муки помещают в вискозиметрическую пробирку, заливают в пробирку дозатором $25,0 \pm 0,2$ см³ дистиллированной воды температурой 20 ± 5 °С. Пробирку закрывают резиновой пробкой и энергично встряхивают её 20 - 25 раз для получения однородной суспензии. Вынимают пробку, колесиком шток-мешалки перемещают прилипшие частицы продукта со стенок в общую массу суспензии.

Пробирку с вставленной в неё шток-мешалкой помещают в отверстие в крышке кипящей водяной бани, закрепив её держателем таким образом, чтобы фотоэлемент прибора находился против шток-мешалки. В это же время автоматически включается счётчик времени. Через 5 с после погружения

пробирки в водяную баню автоматически начинает работать шток-мешалка, которая перемешивает суспензию в пробирке. Через 60 с шток-мешалка автоматически останавливается в верхнем положении, после чего начинается её свободное падение. После полного опускания шток-мешалки счётчик автоматически останавливается.

По счётчику определяют число падения - время в секундах с момента погружения пробирки с суспензией в водяную баню до момента полного опускания шток-мешалки. По нему определяют активность α -амилазы (таблица 19.4).

Таблица 19.4 – Связь активности α -амилазы с числом падения

Активность α -амилазы	Число падения, с, для муки	
	пшеничной	ржаной
Высокая	менее 150	менее 80
Средняя	200...250	80...250
Низкая	более 300	более 250

Зерно ржи с низкой активностью α -амилазы при ЧП = или >201 с целесообразно использовать в качестве улучшителя. При ЧП = 200 - 140 с мука любого выхода гарантирует устойчивое хорошее хлебопекарное качество. Из зерна ржи с ЧП от 140 до 80 с хлеб хорошего качества не получается. Такое зерно нуждается в подсортировке. Зерно ржи с высокой активностью α -амилазы (ЧП менее 80 с) непригодно для хлебопечения и может быть использовано только на кормовые цели.

Зерно пшеницы считается полноценным при ЧП = 201 с и выше, т.е. со средней и низкой активностью α -амилазы. Зерно с высокой активностью α -амилазы может быть использовано при ЧП = 80 - 150 с для подсортировки к полноценному зерну в количестве 10 % - 20 %, а при ЧП менее 80 с только в комбикормовой промышленности или на технические цели.

Обработка результатов

За окончательный результат числа падения принимают среднее арифметическое результатов параллельного определения двух навесок,

допускаемое расхождение между которыми не должно превышать 10 % от их средней арифметической величины.

При превышении допускаемого расхождения определение повторяют.

Вычисления проводят до первого десятичного знака с последующим округлением результата до целого числа.

Пример. Результаты определения по первой навеске - 150 с, по второй - 160 с. Среднее арифметическое значение - 155 с. Допускаемое расхождение от этого среднего арифметического значения составляет 15,5 с. Фактическое расхождение между результатами параллельного определения двух навесок составляет 10 с, что не превышает допускаемого расхождения между ними. Среднее арифметическое значение (155 с) принимают за окончательный результат определения числа падения.

Результаты испытаний заносят в таблицу 19. 5 и делают вывод о хлебопекарных свойствах исследуемого образца зерна (муки).

Таблица 19.5 – Протокол оценки качества зерна (муки) по числу падения

Образец	Число падения, с			Активность α -амилазы	Хлебопекарные свойства
	1 определение	2 определение	среднее		

Список использованных источников

1 Айзикович, Л.Е. Технология производства муки /Л.Е. Айзикович, Б.Н. Хорцев. – Москва: Колос, 1968. – 391 с.

2 Бутковский, В.А. Технология перерабатывающих производств /В.А. Бутковский, Е.М. Мельников, А.И. Мерко. - Москва: Интерграф сервис, 1999.-472 с.

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. – 143 с.

7 Егоров, Г.А. Практикум по технохимическому контролю производства хлебопродуктов/ Г.А. Егоров, З.Д. Гончарова, Т.П. Петренко. Москва.: Колос, 1980. – 192 с.

8 Козьмин, П.А. Мукомольное производство /П.А. Козьмин. – Москва: Госторгиздат, 1938. – 200 с.

9 Кулак, В.Г. Мукомольные заводы на комплектном оборудовании / В.Г. Кулак, Б.М. Максимчук. – Москва: Колос, 1984.- 289 с.

10 Птушкина, Г.Е. Высокопроизводительное оборудование мукомольных заводов / Г.Е. Птушкина, Л.И. Товбин. – Москва: ВО «Агропромиздат», 1987.- 328 с.

11 Правила организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах: в 2ч. – Москва: ВНПО «Зернопродукт», 1991.-73 с.

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. – 612 с.

Учебное пособие

Николай Павлович Владимиров
Сергей Семенович Тарасенко

**ПРОЦЕССНЫЙ ПОДХОД
В ОБЕСПЕЧЕНИИ КАЧЕСТВА
ПРОДУКЦИИ МУКОМОЛЬНОГО
ПРОИЗВОДСТВА**

Часть II Лабораторный практикум

ISBN 978-5-7410-1974-0



9 785741 019740