

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра технологии пищевых производств

Т.А. Никифорова, Е.В. Волошин

# ТЕХНОЛОГИИ ЗЕРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» в качестве методических указаний для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Оренбург

2016

УДК 664 (03)

ББК 36 я 7

Н62

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

**Никифорова, Т.А.**

Н62 Технологии зерноперерабатывающих производств: методические указания / Т.А. Никифорова, Е.В. Волошин; Оренбургский гос. ун-т.– Оренбург: ОГУ, 2016 – 25 с.

Методические указания по технологии зерноперерабатывающих производств являются руководством к выполнению лабораторных работ, в которых представлены некоторые основные процессы технологии.

Методические указания предназначены для студентов по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование очной и заочной форм обучения по профилю подготовки «Машины и аппараты пищевых производств». Также могут быть полезны магистрантам, преподавателям и практическим работникам.

УДК 664 (03)

ББК 36 я 7

ISBN

© Никифорова Т.А., 2016

Волошин Е.В.

© ОГУ, 2016

## Содержание

Введение.....	5
1 Основные правила техники безопасности при выполнении лабораторных работ.....	6
2 Лабораторная работа №1. Определение эффективности очистки зерна от примесей на лабораторном сепараторе.....	7
2.1 Цель работы.....	7
2.2 Общие положения.....	7
2.3 Методика выполнения работы.....	8
2.4 Расчетные формулы.....	8
3 Лабораторная работа №2. Определение эффективности процесса очистки поверхности зерна.....	10
3.1 Цель работы.....	10
3.2 Общие положения.....	10
3.3 Методика проведения работы.....	10
4 Лабораторная работа №3. Определение режима помола в производственных условиях.....	12
4.1 Цель работы.....	12
4.2 Общие положения.....	12
4.3 Порядок выполнения работы.....	13
5 Лабораторная работа №4. Определение удельной нагрузки на вальцовый станок в производственных условиях.....	14
5.1 Цель работы.....	14
5.2 Общие положения.....	14
5.3 Порядок выполнения работы.....	15
6 Лабораторная работа №5. Односортный помол пшеницы.....	16
6.1 Цель работы.....	16
6.2 Общие положения.....	16

6.3 Методика проведения работы.....	16
7 Лабораторная работа №6. Переработка проса в крупу.....	18
7.1 Цель работы.....	18
7.2 Общие положения.....	18
7.3 Методика проведения работы.....	20
8 Лабораторная работа №7. Изучение процесса измельчения зерна в дробилке.....	21
8.1 Цель работы.....	21
8.2 Общие положения.....	21
8.3 Методика выполнения работы.....	23
Список использованных источников.....	25

## **Введение**

Проблема повышения качества продукции и рациональное использование сырья - неотъемлемая часть конкурентоспособности продукции. Ее решение требует целенаправленной, заинтересованной и ответственной деятельности всех специалистов отрасли. Поэтому каждый работник, независимо от занимаемой должности, должен овладеть необходимыми знаниями и опытом, знать современные требования технологии производств.

Без знания основ технологических процессов невозможно производить обслуживание и наладку оборудования, а также создавать новое высокоэффективное оборудование, отвечающее современным требованиям производства.

## **1 Основные правила техники безопасности при выполнении лабораторных работ**

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

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

Необходимо убедиться в исправности электропроводки, двигателей, заземления. При обнаружении любых неисправностей необходимо поставить в известность преподавателя. Перед началом выполнения работ необходимо ознакомиться с основными правилами техники безопасности и расписаться в журнале.

## **2 Лабораторная работа №1. Определение эффективности очистки зерна от примесей на лабораторном сепараторе**

### **2.1 Цель работы**

Изучить устройство зернового лабораторного сепаратора и определить технологическую эффективность его работы.

### **2.2 Общие положения**

Сепаратор служит для сортирования зерновой смеси и для очистки зерна от сорных примесей. Сортирование частиц зерновой смеси по ширине и толщине осуществляется на ситах, а по удельной парусности – посредством воздушного потока.

При эксплуатации сепараторов в производственных условиях необходимо добиваться выделения примесей из зерновой массы и следующих размеров: крупных примесей – 100 %, легких – 87 %, мелких – 86 %. [1]

На технологический эффект работы сепаратора влияют: нагрузка на сепаратор, степень засоренности зерна и состав примесей, количество воздуха и скорость воздушного потока, правильность подбора сит.

Работу сепаратора можно считать эффективной, если он выделяет на зерновой смеси:

- а) при общем содержании примесей менее 1 % - 65 % примесей;
- б) при общем содержании примесей от 1 % до 2 % - 70 % примесей.

Лабораторный сепаратор ЗЛС состоит из каркаса, приемной, верхней, средней и нижней рам, привода и встряхивающего устройства. Размер отверстий сортировочных сит сепараторов подбирают в зависимости от характера и размера примесей, содержащихся в зерне.

О технологической эффективности работы сепаратора судят по степени отделения сорной примеси ситами, воздушным потоком и содержанию полноценного зерна в отходах.

Для расчета эффективности используют формулу:

$$K = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \cdot 100 \% \quad (1)$$

где  $C_1, C_2$  – содержание примесей в зерновой массе соответственно до и после очистки, %

### 2.3 Методика выполнения работы

Для выполнения лабораторной работы предлагается модельная зерновая смесь, состоящая из определенного качества крупных, мелких примесей и зерен основной культуры.

Каждой бригаде необходимо выделить из зерносмеси навеску 25 г и разобрать на разборной доске на основное зерно, крупные, мелкие и легкие примеси, выразив в процентах полученные результаты.

Зерновую смесь массой 1 кг пропустить через сепаратор. Из очищенного зерна выделить навеску 25 г и разобрать ее на крупные, мелкие и легкие примеси. Рассчитать эффективность сепарирования.

Определить производительность сепаратора удельную нагрузку на 1 см ширины сита.

### 2.4 Расчетные формулы

а) производительность сепаратора

$$Q = \frac{G \cdot 3600}{\tau}, \text{ кг/ч} \quad (2)$$

где  $G$  – навеска зерна, равная 1 кг;

$\tau$  – длительность пропуска зерна через сепаратор, с.

б) удельная нагрузка на 1 см ширины сита

$$q = \frac{Q}{B}, \text{ кг}/(\text{ч} \cdot \text{см}) \quad (3)$$

где  $B$  – ширина сита, см

Полученные результаты заносят в таблицу 1 и на основании этого сделать вывод об эффективности сепарирования.

Таблица 1 – Результаты работы сепаратора

Количество примеси до очистки, %			$C_1, \%$	Количество примеси после очистки, %			$C_2, \%$	$\tau, \text{ ч}$	$Q, \text{ кг}/\text{ч}$	$q, \text{ кг}/(\text{ч} \cdot \text{см})$
круп	мелк	легк		круп	мелк	легк				

При полном удалении примесей ( $C_2 = 0$ ) технологическая эффективность  $E = 100 \%$ .

При отсутствии отбора примесей ( $C_1 = C_2$ ) технологическая эффективность очистки равно 0.

Полученные значения эффективности работы сепаратора сравнивают с установленными технологическими инструкциями эксплуатации этих машин и дают оценку работы.

### **3 Лабораторная работа №2. Определение эффективности процесса очистки поверхности зерна**

#### **3.1 Цель работы**

Изучить назначение, устройство и принцип работы машин для очистки поверхности зерна, уяснить показатели, по которым ведется контроль эффективности работы этих машин.

#### **3.2 Общие положения**

В процессе развития хлебооборота зерно соприкасается с различного рода пылевидными материалами, загрязняющими его поверхность. Загрязнение поверхности, в конечном счете, сказывается на качестве вырабатываемой продукции. Очистку поверхности зерна осуществляют в обоечных и щеточных машинах.

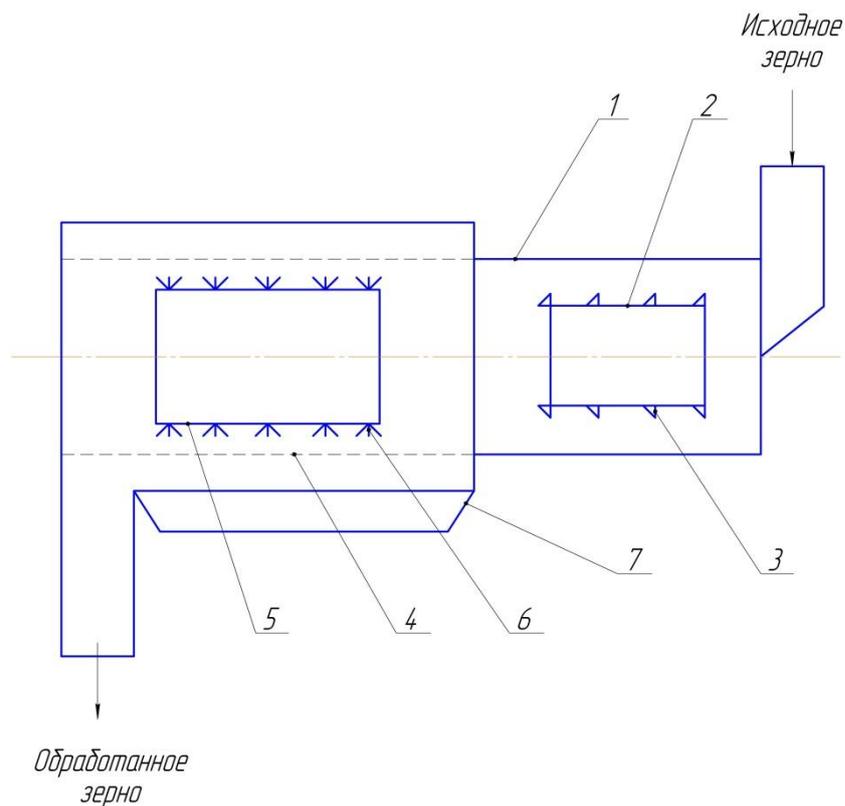
Технологическую эффективность очистки оценивают снижением зольности зерна, при этом нормируют его дробление.

Обработку зерна в обоечных машинах считают эффективной, если снижение зольности составляет не менее 0,02 %, а количество битых зерен увеличивается не более чем на 1 %.

Для отделения надорванных оболочек зерно дополнительно пропускают через щеточные машины. Тем самым добавляются снижение зольности зерна на 0,01 - 0,03 %. [1]

#### **3.3 Методика проведения работы**

Необходимо увлажнить 200 г пшеницы, добавив к ней 5, 10, 15 мл воды (каждая бригада работает с зерном разной влажности). После тщательного перемешивания, зерно необходимо выдержать не менее 20 мин, а затем пропустить через комбинированную обоечно – щеточную машину (рисунок 1) последовательно четыре раза, удаляя всякий раз из приемного совочка просеивающие частицы оболочек



1 – стальной цилиндр, 2 – бичевой барабан, 3 – бичи, 4 – ситовая поверхность, 5 – щеточный барабан, 6 – щетки, 7 – совочек.

Рисунок 1 - Принципиальная технологическая схема комбинированной обоечно – щеточной машины

зерна. Результаты занести в таблицу 2 сделать выводы о влиянии продолжительности обработки и влажности зерна на эффективность очистки его поверхности и изменение содержания битых зерен.

Таблица 2 – Результаты работы обоечно – щеточной машины

№ образца	Выход продуктов, гр (%)					
	Обработанное зерно				Отходы	
	битые зерна		целые зерна			
	г	%	г	%	г	%
Итого:						

## 4 Лабораторная работа №3. Определение режима помола в производственных условиях

### 4.1 Цель работы

Освоить методику контроля работы вальцового станка.

### 4.2 Общие положения

Особая структура зерна не позволяет отделить оболочки от эндосперма в результате однократного измельчения и просеивания. Выполнить эту задачу удастся путем многократного последовательного их проведения.

В технологии производства сортовой муки дробление зерна с извлечением промежуточных продуктов проводят в драном процессе.

Режим работы системы оценивается извлечением продуктов на системе. В извлечение в драном процессе входят крупная, средняя, мелкая крупки и мука.

Извлечение на системе определяется проходом определенного сита в процентах к массе продукта, поступившего на данную систему (извлечение к данной системе) или к массе зерна, поступившего на 1 драную систему (извлечение к 1 драной системе). [2]

Для сотовых помолов пшеницы извлечения, рекомендуемые «Правилами организаций и ведения технологического процесса на мельницах» приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Рекомендуемые показатели извлечения продуктов размола

Показатели	Дранные системы			
	1	2	3	4
Контрольный номер сита	1	1	08	056
Извлечение в % к массе продукта, поступающего на данную систему	25-35	50-60	35-45	-

### 4.3 Порядок выполнения работы

На производстве для определения извлечения отбирают пробы массой 200 - 300 г до и после вальцов по всей ширине линии измельчения. Пробы перемешиваются и выделяют навески массой по 100 г, которые просеивают на рассевке – анализаторе в течение 3 мин на сите соответствующего номера.

Из пробы после вальцов получают проход (П), из пробы до станка - недосев (Н). Общее извлечение рассчитывают по формуле:

$$И = \frac{П - Н}{100 - Н} \cdot 100\% \quad (4)$$

Для первой драной системы  $И = П$ .

Продукт, прошедший через сито, взвешивают на технических весах с точностью 0,1 г. Результаты извлечения по системам заносят в таблицу 4

Таблица 4 - Результаты извлечения по системам

Дата	Система	Извлечение, %

Полученные результаты сравнивают с рекомендациями «Правил организации и ведения технологического процесса на мельницах». [3]

## **5 Лабораторная работа №4. Определение удельной нагрузки на вальцовый станок в производственных условиях**

### **5.1 Цель работы**

Научиться определять нагрузку на вальцовый станок.

### **5.2 Общие положения**

На степень измельчения в вальцовом станке большое влияние оказывает количество продукта, поступающего в единицу времени.

Под удельной нагрузкой понимают количество продукта поступающего в единицу времени.

Под удельной нагрузкой понимают количество продукта, поступающего на 1 см длины вальцовой линии в сутки (кг/см).

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

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

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

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

### 5.3 Порядок выполнения работы

Для определения нагрузки на вальцовый станок в производственных условиях отбирают продукт, который выходит из под вальцов за определенное количество времени, специальным совком шириной 100 мм.

Открывают нижнюю крышку станины вальцового станка и отбирают продукт при помощи совка, равномерно перемещая его вдоль вальцов. Затем продукт взвешивают.

Удельную нагрузку рассчитывают по формуле

$$q = \frac{60 \cdot 24 \cdot G}{10} \quad (5)$$

где  $G$  – масса продукта, кг

Результаты определения нагрузок по системе заносят в таблицу 5.

Таблица 5 - Результаты определения нагрузок по системе

Дата	Система	Удельная нагрузка в кг/см сутки

Результаты сравнивают с рекомендациями «Правил организации и ведения технологического процесса на мельницах». [3]

## **6 Лабораторная работа №5. Односортный помол пшеницы**

### **6.1 Цель работы**

Знакомство с принципами переработки пшеницы в сортовую муку.

### **6.2 Общие положения**

Односортный помол пшеницы в муку 2 сорта относят к сложным повторительным помолам с сокращенным процессом обогащения, с выходом муки 85 %. Пшеничная хлебопекарная мука 2-го сорта должна удовлетворять следующим показателям качества: зольность не более 1,25 %, содержание сырой клейковины не менее 25 %, крупность – сход с сита № 27 не более 2 %, проход сита № 38 не менее 60 %. [4]

### **6.3 Методика проведения работы**

Лабораторная схема помола (рисунок 2) включает 5 драных и 6 размольных систем. Рифли на всех системах расположены «острие по острию».

Лабораторная схема помола упрощена. В ней отсутствует процесс обогащения. В лабораторной схеме промежуточные продукты с драных систем направляют на размольные системы.

Лабораторную работу выполняют в установке Нагема, используя для драных систем одну половину станка, для размольных – другую.

Для зерна заранее устанавливают оптимальные режимы измельчения.

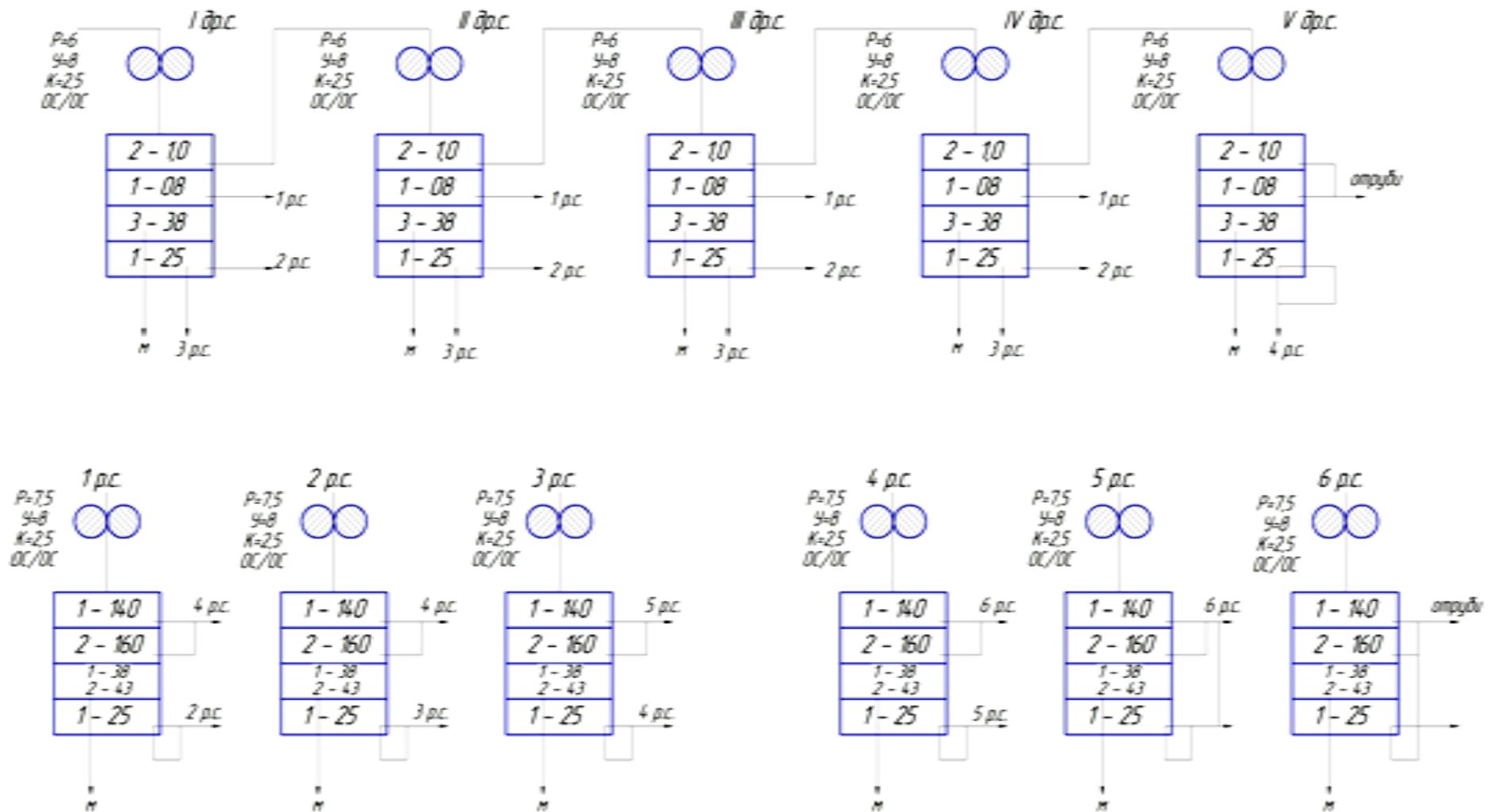


Рисунок 2 - Технологическая схема односортового помола

Зерно в количестве 3 кг размалывают в соответствии с технологической схемой.

Полученные после каждой системы продукты взвешивают, и их количество записывают в таблицу 6. После заполнения таблицы подсчитывают количество муки, отрубей, определяют назначение по системам.

Полученные конечные результаты сравнивают с рекомендациями «Правил организации и ведения технологического процесса на мельницах». [3]

При несоответствии суммы масс полученных продуктов массе поступившего на систему продукта нужно уравнивать баланс. Уравнение баланса нужно вести только за счет готовой продукции.

## **7 Лабораторная работа №6. Переработка проса в крупу**

### **7.1 Цель работы**

Изучить технологию переработки проса в крупу.

### **7.2 Общие положения**

Зерно проса шелушат в вальцедековых станках с абразивным валком и декой из резиноканевых пластин.

Эффективность шелушения зерна устанавливают по количеству шелушенных зерен и дробленых ядер, которое регламентируется Правилами организации и ведения технологического процесса на крупяных предприятиях. Продукт, полученный с последней системы шелушения, не должен содержать более 1 % нешелушенных зерен. Существует также способ шелушения проса на машинах с обрезиненными вальками типа А1-ЗРД. [5]

В результате шелушения проса получают полуфабрикат, состоящий из смеси различных продуктов: ядро, нешелушеное зерно, дробленое ядро, лузга.

Следующая операция – сортирование продуктов шелушения. Полученную крупу и отходы после шелушения контролируют в просеивающих машинах.

Таблица 6 - Количественный баланс лабораторного помола пшеницы

Система	Нагрузка на системы		Драная система					Размольная система						Готовая продукция		Извлечение, %					
	Г	% к I др.	I	II	III	IV	V	1	2	3	4	5	6	мука, %	отруб, %	Г	общее		муки		
																	к системе данной	I др	к системе данной	I др	
Драная																					
I																					
II																					
III																					
IV																					
V																					
Итого																					
Размольная																					
1																					
2																					
3																					
4																					
5																					
6																					
Итого																					
Всего																					

### 7.3 Методика проведения работы

Навеску зерна проса перерабатывают по технологической схеме (рисунок 3) на лабораторном шелушителе.

В продукте, полученном после каждой системы шелушения, определить количество шелушенных зерен, нешелушенных, лузги, мучки. Затем определить коэффициент шелушения после каждой системы по формуле

$$K_{ш} = \frac{n_1 - n_2}{n_1} \cdot 100 \% \quad (6)$$

где  $n_1$  – содержание нешелушенных зерен до шелушения;

$n_2$  – содержание нешелушенных зерен после шелушения

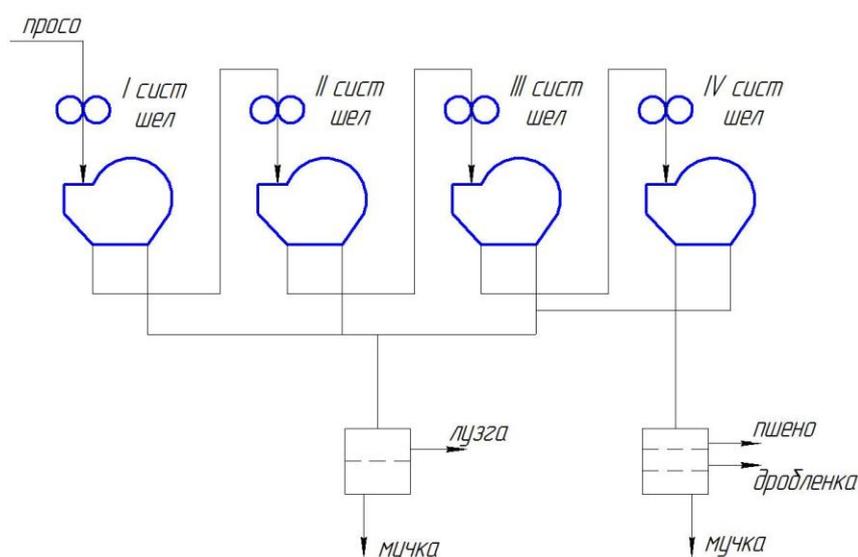


Рисунок 3 - Технологическая схема переработки проса в крупу

Таблица 7 - Полученные результаты работы

Поступило на систему шелушения						После шелушения					
всего		шелушенных зерен		нешелушенных зерен		нешелушенных зерен		шелушенных зерен		мучка, лузга	
г	%	г	%	г	%	г	%	г	%	г	%

Полученные результаты заносят в таблицу 7. Проверку баланса шелушения проводят с помощью ЭВМ.

## **8 Лабораторная работа №7. Изучение процесса измельчения зерна в дробилке**

### **8.1 Цель работы**

Ознакомиться с устройством и основными параметрами дробилки. Определить влияние размера отверстий сит на результаты измельчения продукта. Оценить эффективность измельчения.

### **8.2 Общие положения**

В зерноперерабатывающем производстве измельчению подвергают значительную часть компонентов зернового сырья. Основные измельчающие машины – молотковые дробилки. [6]

Средний размер частиц  $d$  после измельчения определяют ситовым анализом.

$$\bar{d} = \frac{m_1 \cdot d_1 + m_2 \cdot d_2 + \dots + m_i \cdot d_i}{m_1 + m_2 + \dots + m_i} \quad (7)$$

где  $d_1, d_2, d_i$  – соответственно средний размер частиц в каждой фракции, определяемый как полусумма размеров отверстий сит, сходом и проходом которых получена данная фракция;

$m_1, m_2, m_i$  – количество продукта в каждой фракции, %.

В зерноперерабатывающем производстве пользуются упрощенными показателями. Предусматривают три степени размола: мелкий, средний, крупный.

Модуль крупности размола, характеризующий крупность измельчения продукта, можно определить по формуле

$$M = \frac{0,5P_1 + 1,5P_2 + 2,5P_3 + 3,5P_4}{100} \quad (8)$$

где  $P_1$  – остаток на сборном дне анализатора, %;

$P_2, P_3, P_4, P_5$  – остатки на ситах с отверстиями  $\varnothing 1; 2; 3$  мм, %.

Эта формула справедлива для крупно размолотого сырья, а для мелко размолотых компонентов дополнительно применяют сито с отверстиями 0,2 мм.

$$M = \frac{0,1P_1 + 0,5P_2 + 1,5P_3 + 2,5P_4 + 3,5P_5}{100} \quad (9)$$

где  $P_1$  – остаток на сборном дне, %;

$P_2, P_3, P_4, P_5$  – остатки на ситах с отверстиями  $\varnothing 0,2; 1; 2; 3$  мм, %.

Таким образом, модуль крупности размола приближенно представляет собой средний размер частиц продукта в мм, т.е. мелкому размолу соответствует модуль 0,2 – 1,0 мм, среднему 1,0 – 1,8 мм.

Производительность дробилки  $Q$  рассчитывают по формуле:

$$Q = \frac{G \cdot 3600}{\tau}, \text{ кг/ч} \quad (10)$$

где  $G$  – масса измельченного продукта, кг

$\tau$  – время измельчения образца, с

Коэффициент живого сечения  $F_K$  для сит с круглыми отверстиями (рисунок 4) определяют по формуле

$$F_K = \frac{F_0}{F_c} \cdot 100 = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot 100}{4(d + m)^2 \cdot \sin 60^\circ}, \% \quad (11)$$

где  $F_0$  – площадь отверстия, мм<sup>2</sup>;

$F_c$  – площадь сита, проходящая на одно отверстие, мм<sup>2</sup>;

$d$  – диаметр отверстия, мм.

Для сит с прямоугольными отверстиями (рисунок 5) у которых величина  $F_0$  представляет собой площадь прямоугольника, коэффициент живого сечения  $F_K$  равен:

$$F_K = \frac{F_0}{F_C} \cdot 100 = \frac{b \cdot l \cdot 100}{(b + m_1) \cdot (l + m_2)} \quad (12)$$

### 8.3 Методика выполнения работы

Для ознакомления с принципом работы дробилки необходимо снять торцовую крышку и изучить порядок замены сит. Рассчитать коэффициент живого сечения сита. Провести несколько опытов по измельчению зерна с использованием различных сит. Из каждого образца отбирают навеску 100 г и просеивают ее в отсеке – анализаторе в течение 3 мин на ситах  $\varnothing 1$ ; 2; 3 мм. Проход сита  $\varnothing 1$  мм и сход с каждого сита взвешивают и определяют модуль крупности размола зерна.

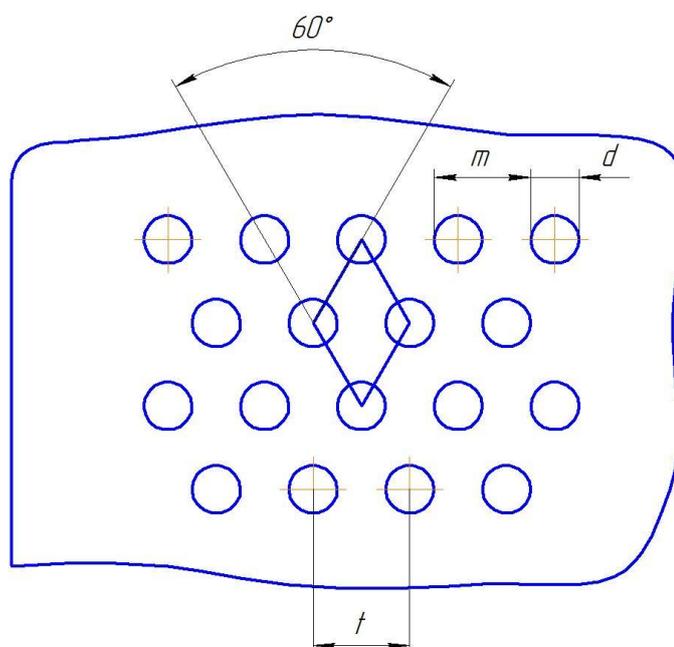


Рисунок 4 - Сито с круглыми отверстиями

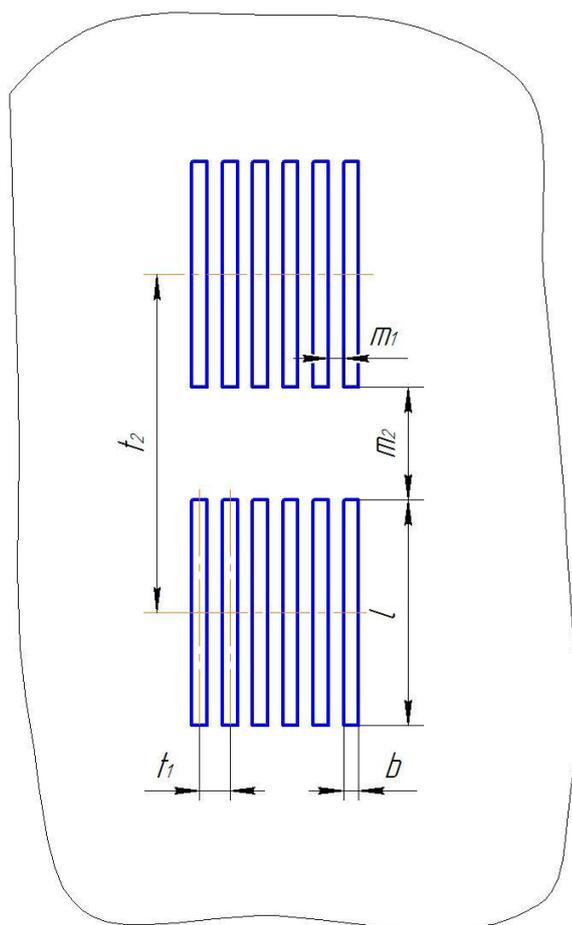


Рисунок 5 - Сито с прямоугольными отверстиями

Таблица 8 – Значения показателей работы дробилки

№ образца	Размер отверстий, мм	Коэффициент живого сечения, %	Масса навески зерна, кг	Время измельчения, с	Производительность, кг/ч	Модуль крупности размола, мм
1						
2						
3						
4						
5						

## Список использованных источников

1. Чеботарев, О.Н. Технология муки, крупы и комбикормов / О.Н. Чеботарев, А.Ю. Шазо, Я.Ф. Мартыненко. - М.: МарТ, 2004. - 688 с.
2. Бутковский, В.А. Современная техника и технология производства муки: учеб. пособие для доп. проф. образования / В.А. Бутковский, Л.С. Галкина, Г.Е. Птушкина. - М.: ДеЛи принт, 2006. - 319 с.
3. Правила организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т зерна и продуктов его переработки (ВНИИЗ). - М.: ВНПО ЗЕРНОПРОДУКТ, 1991.
4. Егоров, Г.А. Технология муки и крупы: учеб. для вузов / Г.А. Егоров, Т.П. Петренко. - М.: МГУПП, 1999. - 336 с.
5. Правила организации и ведения технологического процесса на крупяных предприятиях / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т зерна и продуктов его переработки (ВНИИЗ). - М.: ВНПО ЗЕРНОПРОДУКТ, 1991.
6. Правила организации и ведения технологического процесса на комбикормовых заводах / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т зерна и продуктов его переработки (ВНИИЗ). - М.: ВНПО ЗЕРНОПРОДУКТ, 1991.